ФИЗИЧЕСКОЕ ОБОЗРѢНІЕ

1905 г. ТОМЪ 6 No. 4

Успѣхи акустики за послѣднія десять лѣтъ

П. Н. Лебедева [1]).

4) *Дисперсія звуковыхъ волнъ.* Уже давно пользуются явленіями интерференціи и диффракціи звука, какъ средствомъ для наглядной иллюстраціи соотвѣтствующихъ свѣтовыхъ явленій: общія кинематическія свойства волнообразныхъ колебаній позволяютъ установить здѣсь полную аналогію. За истекшее десятилѣтіе къ этой кинематической аналогіи была присоединена и механическая: давленіе звука на отражающія стѣнки (Рэлей, Альтбергъ—см. выше), аналогичное давленію свѣта на зеркальныя поверхности. Еще болѣе крупный шагъ въ этомъ направленіи былъ сдѣланъ Н. П. Кастеринымъ (1898, 1901, 1904), которому удалось прослѣдить аналогію въ явленіяхъ дисперсіи акустическихъ и свѣтовыхъ волнъ.

Согласно современному ученію о свѣтѣ мы представляемъ себѣ, что, проходя внутри тѣла, свѣтовая волна движется въ

---

[1]) Окончаніе; см. стр. 1.

свободномъ эөирѣ [1]) между частицами (молекулами) тѣла, и предполагаемъ, что дисперсія [2]) волнъ зависитъ отъ періодовъ тѣхъ собственныхъ колебаній, которыя свойственны молекуламъ даннаго тѣла, и характеризуется полосами поглощенія въ спектрѣ этого тѣла. Согласно съ опытомъ оптическія теоріи приводятъ къ явленію „нормальной" дисперсіи между полосами поглощенія и дисперсіи „аномальной" внутри самихъ полосъ поглощенія, при чемъ скорость свѣта въ данной средѣ можетъ быть какъ больше, такъ и меньше скорости свѣта въ чистомъ эөирѣ. Н. П. Кастеринъ осуществилъ для звука условія аналогичныя тѣмъ, при которыхъ свѣтовая волна движется между частицами тѣла (фиг. 4): звуковая волна идущая отъ конца кундтовскаго стержня



фиг. 4.

движется въ трубѣ (съ квадратнымъ сѣченіемъ), по оси которой на тонкихъ подставкахъ укрѣплены на равныхъ разстояніяхъ равновеликіе твердые (стеклянные) шары: между каждой парою шаровъ и стѣнками трубки помѣщается воздушный объемъ, обладающій опредѣленнымъ періодомъ собственнаго колебанія. Пользуясь звучащими стержнями разныхъ размѣровъ и измѣряя разстояніе между узлами стоячей волны (способомъ пыльныхъ фигуръ Кундта) въ томъ случаѣ, когда въ трубѣ былъ только воздухъ ($\lambda/2$), и тогда, когда въ трубѣ находятся шары ($\lambda'/2$), Н. П. Кастеринъ получилъ слѣдующій ходъ показателя преломленія $n = \lambda/\lambda'$ для пространства, заполненнаго шарами.

---

[1]) Въ свободномъ эөирѣ скорость свѣтовой волны не зависитъ отъ періода ея колебаній совершенно также, какъ въ предѣлахъ ошибокъ наблюденій, скорость звука въ воздухѣ не зависитъ отъ числа колебаній источника.

[2]) Дисперсіей мы называемъ зависимость показателя преломленія отъ періода колебанія (т. е. отъ длины волны); если показатель преломленія увеличивается съ уменьшеніемъ длины волны, то дисперсія называется *нормальною*, въ противномъ случаѣ—*аномальною*.

ТАБЛИЦА I.

$\frac{\lambda}{2}$	$\frac{\lambda'}{2}$	n (набл.)	n (выч.)
175 mm	165 mm	1·06	1·06
82 „	72 „	1·13	1·14
76 „	60 „	1 27	1·27
68 „	58 „	1·17	1·14
61 „	57 „	1·07	1·01
50 „	57 „	0·88	0·83
43 „	43 „	1·00	0·99
38 „	37 „	1·03	1·03

Н. П. Кастерину удалось также дать полную теорію движенія волны въ воздушной средѣ, заполненной твердыми шарами; показатель преломленія, вычисленный на основаніи этой теоріи (n вычисл.), какъ видно изъ таблицы, въ предѣлахъ возможныхъ ошибокъ отчетовъ, совпадаетъ съ наблюденными величинами.

Въ формѣ еще болѣе подходящей къ случаю оптической дисперсіи Н. П. Кастеринъ произвелъ наблюденія, помѣстивъ въ трубѣ Кундта не твердые шары, а полые цилиндрическіе резонаторы. Результаты наблюденій приведены въ табл. II.

ТАБЛИЦА II.

$\frac{\lambda}{2}$	$\frac{\lambda'}{2}$	n (набл.)	n (выч.)
103 mm	98 mm	1·05	1·07
98 „	90 „	1·09	1·10
91 „	78 „	1·17	1·13
76 „	80 „	0·95	1·95
71 „	79 „	0·90	0·89
68 „	69 „	0·98	0·94
55 „	55 „	1·00	—
44 „	43 „	1·01	—

Мы видимъ, что по мѣрѣ приближенія къ области резонанса, показатель съ уменьшеніемъ длины волны постепенно ростетъ (нормальная дисперсія), внутри области резонанса (около

$\lambda/2 = 82$ mm), гдѣ поглощеніе звуковыхъ волнъ очень сильно затрудняетъ наблюденія, этотъ показатель быстро падаетъ вмѣстѣ съ длиною волны (дисперсія аномальная), а потомъ, по ту сторону области поглощенія, снова ростетъ съ уменьшеніемъ длины волны (дисперсія нормальная).

Аналогичное явленіе въ оптикѣ намъ извѣстно изъ работъ Пфлюгера (Pflüger, Wied. Ann. *56*, 1895), который измѣрялъ показатель преломленія свѣта въ призмѣ изъ твердаго фуксина для разныхъ длинъ волнъ видимаго спектра, включая въ свои наблюденія и полосу поглощенія фуксина (около 500.10^{-6} mm). Результаты этихъ наблюденій приведены въ Табл. III.

ТАБЛИЦА III.

λ (въ возд.)	n (набл.)
703.10^{-6} mm	2·30
671 „	2·34
589 „	2·64
535 „	1·95
486 „	1·05
461 „	0·83
434 „	1·04
410 „	1·17
405 „	1·35

Ходъ оптическаго показателя преломленія въ твердомъ фуксинѣ совершенно такой же, какъ и звукового показателя въ воздухѣ, наполненномъ акустическими резонаторами: какъ тамъ, такъ и здѣсь аномальная дисперсія наблюдается въ области полосы поглощенія и какъ тамъ, такъ и здѣсь показатель преломленія дѣлается меньше единицы, т. е. скорость волны въ средѣ—благодаря присутствію поглощающихъ (резонирующихъ) центровъ—дѣлается больше, нежели скорость ея въ свободномъ эѳирѣ или въ свободномъ воздухѣ. Аналогія между явленіями акустическимъ и оптическимъ полная.

Ламбъ (Lamb, 1897) и Гудфри (Godfrey, 1898) теоретически изслѣдовали вопросъ о скорости распространенія упругой волны вдоль безконечно длиннаго стержня, на всемъ протяженіи кото-

раго на равныхъ разстояніяхъ укрѣплены добавочныя массы скорость продольной волны въ такомъ стержнѣ, обладающемъ періодическою структурою, также оказывается зависящею отъ длины волны, и мы въ этомъ случаѣ также можемъ говорить о дисперсіи упругихъ колебаній въ твердомъ тѣлѣ.

5) *Собственныя колебанія упругихъ системъ.* Изслѣдованія колебаній пластинокъ, струнъ, органныхъ трубъ, рупоровъ и резонаторовъ дали за истекшее десятилѣтіе рядъ интересныхъ работъ, которые мы разсмотримъ по отдѣламъ.

a) *Пластинки,* свободно колеблющіяся подъ вліяніемъ своихъ внутреннихъ упругихъ силъ, не обѣщая дать никакихъ существенно новыхъ результатовъ, до настоящаго времени продолжаютъ привлекать къ себѣ вниманіе, какъ интересныя задачи аналитической механики; въ истекшее десятилѣтіе ими занимались теоретически и экспериментально Пикаръ (Picard, 1895) и Рицци (Rizzi, 1897), а въ особенности Ценекъ (Zenneck 1898) и Цейзигъ (Zeisig, 1898). Пользуясь фотографіей, Кемпфъ-Гартманъ (Kempf-Hartmann, 1902) обстоятельно изучилъ колебанія плоскихъ стальныхъ пружинъ и указалъ, что при большихъ амплитудахъ періодъ колебаній сильно измѣняется (уменьшается).

b) *Струны* были изслѣдованы при помощи фотографіи Кригаръ-Менцелемъ и Рапсомъ (Krigaer-Menzel und Raps, 1901—1903): при помощи линзы они проектировали извѣстную часть ярко освѣщенной струны на щель, сзади которой равномѣрно быстро двигалась фотографическая пластинка; приводя струну въ дрожаніе при помощи удара или смычка, изслѣдователи заставляли изображеніе данной точки струны записывать свой слѣдъ на двигающейся фотографической пластинкѣ. Кривыя движенія, полученныя для разныхъ точекъ струны при разныхъ условіяхъ ея возбужденія, представляютъ собою на первый взглядъ мало вѣроятныя формы движенія, но механическая теорія движенія струны, данная изслѣдователями, вполнѣ разъясняетъ наблюденныя характерныя скачки въ скоростяхъ движенія отдѣльныхъ точекъ струны, и мы можемъ сказать, что въ настоящее время задача о движеніи струны, какъ экспериментально, такъ и теоретически выяснена всесторонне; въ этомъ изслѣдованіи принимали также участіе Корню (Cornu, 1895) и Лердъ (Laird, 1898).

c) *Органныя трубы* привлекли къ себѣ вниманіе въ особенности за послѣдніе три года: въ рядѣ работъ Гензенъ (Hensen 1900, 1901), Фридрихъ (Friedrich, 1902) и Вертъ (Werth, 1903) ста-

раются выяснить тѣ явленія, которыя имѣютъ мѣсто при возбужденіи звука трубы; въ этомъ направленіи слѣдуетъ особенно отмѣтить работу Ваксмута (Wachsmuth, 1903), которому удалось фотографически прослѣдить движеніе воздуха вблизи губы трубы: рядъ снимковъ, сдѣланныхъ на пленкѣ кинематографа при вспышкахъ свѣта электрическихъ искръ [1]), показываетъ, что воздухъ, вырываясь изъ щели, представляетъ собою какъ бы упругую воздушную пластинку, которая, устремляясь мимо губы, начинаетъ между щелью и губою постепенно выгибаться въ противоположную сторону, наконецъ перескакиваетъ на другой бокъ губы и тогда выгибается обратно, чтобы въ извѣстный моментъ снова перескочить въ прежнее положеніе, и т. д. Періодъ этого колебанія зависитъ отъ скорости движенія воздушной струи (отъ давленія въ мѣхахъ), отъ разстоянія губы отъ щели и отъ собственнаго тона воздушной колонны въ трубѣ: чѣмъ больше скорость воздушной струи, тѣмъ больше ея упругость и слѣдовательно тѣмъ выше и ея тонъ; при очень большихъ давленіяхъ въ мѣхахъ труба перестаетъ давать свой основной тонъ и можетъ давать только одинъ изъ обертоновъ.

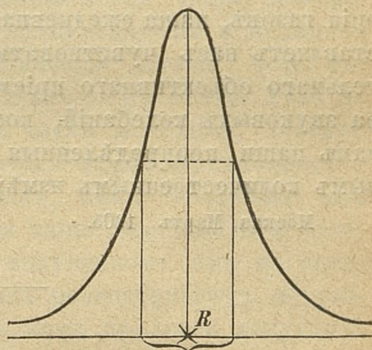
d) *Рупоры*, т. е. коническія разговорныя и слуховыя трубы разныхъ формъ, играющія такую важную роль при записяхъ и воспроизведеніяхъ въ граммофонахъ и фонографахъ, были старательно изучаемы въ цѣломъ рядѣ работъ Нейренефа (Neureneuf, 1895, 1898, 1899) и Маража (Marage, 1897); наблюдатели ограничились сообщеніемъ обширныхъ таблицъ опредѣленій серій собственныхъ тоновъ разныхъ рупоровъ, и указали нѣкоторыя эмпирическія соотношенія.

e) *Резонаторы* были изслѣдованы очень обстоятельно, начиная съ классическихъ работъ Зондгауза и Гельмгольца, но лишь по отношенію къ звукамъ ихъ собственнаго колебанія. Важный вопросъ о декрементахъ затуханія этихъ колебаній, которыми опредѣляется сила отзывчивости резонатора въ области его резонанса, этотъ вопросъ былъ впервые поставленъ и рѣшенъ въ

---

[1]) Продолжительность свѣченія электрической искры отъ лейденской банки измѣряется милліонными долями одной секунды; такъ быстро не могутъ работать механическіе затворы кинематографовъ.

работѣ П. Б. Лейберга (1896): неизмѣнный по высотѣ и силѣ звукъ, идущій отъ непрерывно звучащаго электромагнитнаго камертона, падалъ на резонаторъ; къ слуховой трубкѣ резонатора былъ прикрѣпленъ вибраціонный манометръ М. Вина, которымъ и измѣрялось возбужденіе (откликъ) резонатора на звукъ данной высоты. Резонаторы были раздвижные, что позволяло, не измѣняя отверстія резонатора и его разстоянія отъ камертона, измѣнять высоту его собственнаго тона; раздвигая резонаторъ, легко было убѣдиться, что возбужденіе его постепенно ростетъ, приближаясь къ полному резонансу съ источникомъ звука, а потомъ падаетъ; на фиг. 5 нанесены по ординатамъ возбужденія резонатора, измѣренныя вибраціоннымъ манометромъ, а по абсциссѣ высота собственнаго тона резонатора, опредѣленная обычнымъ способомъ (легкимъ вдуваніемъ воздуха), по сравненію съ серіей нормальныхъ камертоновъ: отмѣчая этотъ интервалъ, на который надо разстроить резонаторъ, чтобы возбужденіе его упало на половину его возбужденія при полномъ резонансѣ съ источникомъ, легко вычислить величину декремента затуханія. Какъ Лейбергъ, такъ и Поккетино (Pochettino, 1899), работавшій по методу Лейберга, опредѣлили декрементъ затуханій для разныхъ типовъ резонаторовъ.



фиг. 5.

6. *Изслѣдованія по основнымъ вопросамъ акустическихъ колебаній.* Говоря объ изслѣдованіяхъ по акустикѣ за истекшее десятилѣтіе, нельзя не отмѣтить выхода вторымъ изданіемъ капитальнаго труда Lord Rayleigh „Theorie of Sound"; можно также указать на появленіе популярной работы van Schaik (1902) „Wellenlehre und Schall".

По математической обработкѣ основныхъ вопросовъ волнообразнаго движенія въ Англіи появились работы Лорда Кельвина (Lord Kelvin 1898, 1899), Лорда Рэлея (Lord Rayleigh, 1901) и Ламба (Lamb, 1901).

Особое вниманіе было обращено на изслѣдованіе колебанія сопряженныхъ резонирующихъ системъ М. Виномъ (M. Wien

1896, 1897) и Лордомъ Рэлеемъ (Lord Reyleigh 1902) въ виду того, что задача эта не только представляетъ собою большой интересъ для акустики, но особенно потому, что она охватываетъ собою рядъ явленій, съ которыми приходится сталкиваться при пользованіи электрическими колебаніями для безпроволочнаго телеграфа.

Подводя итоги нашему обзору успѣховъ акустики за истекшее десятилѣтіе, мы должны сказать, что передъ нами открыты многочисленные пути уже назрѣвшихъ изслѣдованій. Помимо основныхъ задачъ, которые выдвигаетъ кинетическая теорія газовъ, наша ежедневная практическая жизнь постоянно заставляетъ насъ чувствовать недостатокъ простого и чувствительнаго объективнаго пріема для опредѣленія силы и характера звуковыхъ колебаній, который могъ бы наконецъ замѣнить намъ наши неопредѣленныя субъективныя оцѣнки опредѣленнымъ количественнымъ измѣреніемъ.

Москва, Мартъ 1905.

О согласованіи преподаванія физики въ гимназіи и университетѣ

Г. Г. Де-Метца [1)]

Мм. Гг.

1. Въ предлагаемомъ вашему вниманію настоящемъ моемъ докладѣ я хочу не разрѣшить, а только затронуть и намѣтить, по моему мнѣнію, очень важный и вполнѣ назрѣвшій вопросъ о

[1)] Докладъ для 3-го Кіевскаго Съѣзда преподавателей естественныхъ наукъ (30 декабря, 1904).

соотношенiи между программами физики въ средней школѣ и въ университетѣ или въ другой высшей школѣ. Вопросъ этотъ важенъ во многихъ отношенiяхъ, и правильная его постановка, а въ особенности удачное его разрѣшенiе привело-бы преподаванiе физики въ обѣихъ школахъ къ болѣе плодотворному результату. Разумѣется, этотъ вопросъ тѣсно связанъ со строемъ всей учебной системы и его не легко разсматривать въ отдѣльности. Но именно теперь, когда намѣчается общая школьная реформа, вполнѣ своевременно говорить о разныхъ частностяхъ. Поднимая вопросъ о согласованiи программъ среднихъ и высшихъ учебныхъ заведенiй, я имѣю въ виду главнымъ образомъ интересы университетскаго преподаванiя и той части молодежи, которая поступаетъ на физико-математическiй и медицинскiй факультеты или въ высшiя техническiя школы; безъ сомнѣнiя, однако, при внимательномъ пересмотрѣ всего дѣла не должны быть забыты интересы другой части молодежи, которая поступаетъ на другiе факультеты, ни той, которая ограничивается среднимъ учебнымъ заведенiемъ, такъ какъ послѣднiя двѣ обширныя группы молодежи остаются чаще всего на всю свою жизнь при запасѣ знанiй по физикѣ, полученномъ ими въ средней школѣ. Для удовлетворенiя такихъ разнообразныхъ потребностей учащихся, вѣроятнѣе всего, и намъ придется допустить большее разнообразiе основныхъ типовъ средней школы и въ каждой изъ нихъ бóльшую эластичность программъ, какъ это уже сдѣлано въ Пруссiи [1]) въ 1901 г. и во Францiи [2]) въ 1902 г.

2. Вопросъ о согласованiи нашихъ программъ очень важенъ, и трудно было бы предполагать, чтобы раньше меня никто не пытался затронуть его; уже одна министерская регламентацiя, какъ гимназическаго преподаванiя въ 1890 г., такъ и университетскаго по уставу 1884 года, привела неизвѣстныхъ намъ составителей примѣрныхъ программъ къ практическому рѣшенiю этой трудной задачи; но эти составители оффицiальныхъ

---

[1]) *Ribot,* La réforme de l'enseignement secondaire. Paris, 1900, p. 95.

[2]) Lehrpläne und Lehraufgaben für d. höh. Schulen in Preussen 1901.

[3]) Plan d'études et programmes complets de l'enseignement secondaire. Paris, sixième édition. Programme des examens du nouveau Baccalauréat de l'enseignement secondaire. Séries littéraires. Séries scientifiques.

программъ очень мало раскрыли намъ свою общую точку зрѣнія на интересующій насъ вопросъ и сочли достаточнымъ дать лишь сухія таблицы содержанія обѣихъ программъ.

Въ недавнее время вопросу о соотношеніи преподаванія физико-математическихъ наукъ въ средней и въ высшей школахъ Франціи академикъ Аппель [1]) посвятилъ очень интересный докладъ, который обсуждался публично при участіи многихъ академиковъ, профессоровъ и инженеровъ. И во французской системѣ народнаго просвѣщенія, какъ удостовѣряетъ этотъ докладъ, исторически образовались различныя несообразности, которыя вредятъ высшему и техническому образованію страны и съ которыми тамъ желаютъ поскорѣе покончить. Изучая этотъ докладъ, нельзя не замѣтить, какъ много общихъ недостатковъ въ нашихъ школахъ и во французскихъ. И тамъ ученики, вслѣдствіе дурной системы, лишены иниціативы и привычки самостоятельно работать, и тамъ студенты страдаютъ отъ рѣзкаго перехода изъ средней школы въ высшую; и тамъ жалуются на бѣдность лабораторій и дѣтскую ихъ обстановку; и тамъ почти нѣтъ нравственной связи между учащимся и учащимъ; и тамъ во имя прогресса и блага родины просятъ больше свободы въ дѣлѣ преподаванія. Другихъ трудовъ, которые трактовали бы на затронутую мною тему, я не знаю, а потому и приведу ниже лишь свои соображенія, основанныя на долгомъ моемъ преподавательскомъ опытѣ, какъ въ университетѣ св. Владиміра, такъ и въ Кіевскомъ политехническомъ институтѣ Императора Александра II.

3. Желая достигнуть какого-либо правильнаго взгляда по интересующему меня предмету, я начну съ учебныхъ плановъ и примѣрныхъ программъ преподаванія, составленныхъ на основаніи § 15 Устава гимназій и прогимназій Мин. Нар. Просвѣщенія и утвержденныхъ 20 іюля 1890 года. Къ удивленію, здѣсь нѣтъ объяснительной записки къ учебному плану физики, а лишь къ ея программѣ, чѣмъ, какъ справедливо уже раньше замѣтилъ проф. Шведовъ [2]), физика приравнена къ ри-

---

[1]) *P. Appel*, L'enseignement supérieur des sciences. Revue générale des Sciences, 1904, p. 237.

[2]) *Шведовъ*. Вѣстникъ оп. физ. и эл. мат. Сем. XVI (1894) стр. 241.

сованiю, для котораго нѣтъ плана, а только программа. Но если внимательно вчитаться въ эту записку, то все-таки изъ нея можно вывести нѣкоторыя заключенiя вполнѣ опредѣленнаго характера, а именно:

1. „Распредѣленiе учебнаго матерiала въ программѣ сдѣлано согласно общепринятой системѣ науки, съ тѣми отступленiями, какiя требуются педагогическими соображенiями" (ст. 91).

2. „Все физическое ученiе основано на опытѣ, а потому на опытную часть преподаванiя должно быть обращено весьма серьезное вниманiе" (ст. 89).

3. „Обращенiе и даже простое знакомство съ измѣрительными приборами не можетъ входить въ кругъ элементарнаго преподаванiя" (ст. 90).

4. Для производства опытовъ по оптикѣ „требуются затемненная комната и достаточно сильные источники свѣта" (ст. 93).

Какъ ни скудны эти разсѣянныя въ объяснительной запискѣ указанiя, все-таки сопоставленныя вмѣстѣ они отчасти опредѣляютъ взгляды составителей программъ; въ особенности, если сюда прибавить распредѣленiе уроковъ и учебнаго матерiала по классамъ:

VI-й кл. Механическiй отдѣлъ. Гидростатика. Аэростатика. Понятiе о химическихъ явленiяхъ (2 часа въ недѣлю).

VII й кл. Теплота. Свѣтъ. Звукъ. Магнитизмъ. Электричество. Гальванизмъ (2 часа въ нед.).

VIII-й кл. Дополненiя къ механическому отдѣлу. Повторенiе главныхъ статей физики. Метеорологiя (2 часа въ недѣлю).

Правда, что голый перечень еще не означаетъ объема содержанiя; но этотъ пробѣлъ восполняется составителями одобренныхъ Мин. Нар. Просвѣщенiя учебниковъ, которые и регулируютъ въ концѣ концовъ все гимназическое ученiе по физикѣ. Разумѣется, такая сухая, неясная, черезчуръ короткая и безапелляцiонная редакцiя программы столь важнаго и сложнаго предмета, какъ физика, не могла не отразиться въ дурную сторону на ея успѣшномъ изученiи, въ чемъ едва-ли въ настоящее время кто-либо серьезно сомнѣвается.

4. Все-ли въ разбираемомъ вопросѣ такъ ясно и опредѣлено, что ужъ нечего было прибавить къ объяснительной запискѣ по преподаванію физики? Едва-ли! По крайней мѣрѣ, вотъ какъ отзывается проф. Шведовъ [1]) объ этомъ планѣ: „И вотъ, этотъ то чудовищный планъ, изгнанный почти изъ всѣхъ областей педагогіи, пріютился въ физикѣ. Налицо ужасающій фактъ, что въ среднеучебныхъ заведеніяхъ физика излагается по радіальному плану“. Очевидно, что проф. Шведовъ сторонникъ концентрическаго метода изученія физики, который съ успѣхомъ проводится при изученіи напримѣръ математики, географіи и другихъ предметовъ. Другой не менѣе опытный и авторитетный преподаватель, проф. Хвольсонъ, пишетъ: „какъ слѣдуетъ преподавать физику въ среднеучебныхъ заведеніяхъ, это труднѣйшій, далеко еще не разрѣшенный вопросъ, относительно котораго, какъ у насъ, такъ и за границей, высказывались крайне противорѣчивыя мнѣнія. Стоитъ только сравнить между собою учебники физики, хотя бы англійскіе, нѣмецкіе и русскіе, чтобы понять, до какой степени велика разница, какъ относительно содержанія, такъ, въ особенности, относительно метода изложенія. Методика физики еще не существуетъ“ [2]). Добавлю къ этому отъ себя, что во Франціи теперь по физикѣ принята система двухъ концентровъ, а въ Германіи—система одного радіальнаго курса. Во Франціи физика изучается въ теченіе 3 лѣтъ по гуманитарному разряду и 5 лѣтъ по разряду наукъ; въ Германіи курсъ физики распредѣленъ на три послѣднихъ года. Во Франціи по физикѣ и химіи введены практическія занятія въ теченіе послѣднихъ трехъ лѣтъ курса по 2 часа въ недѣлю; въ Германіи практическихъ занятій нѣтъ. Во Франціи параллельно съ физикою изучается химія; въ Германіи физика отдѣлена отъ химіи Во Франціи число годовыхъ часовъ по физикѣ, смотря по отдѣленію, колеблется отъ 5 до 15 къ чему прибавляется 6 часовъ на практическія упражненія; въ Германіи число часовъ колеблется отъ 6 до 8.

Такимъ образомъ, лишь этотъ краткій перечень фактовъ

---

[1]) *Шведовъ.* Ibidem, стр. 244.

[2]) *Шведовъ.* Ibidem. Сем. XV (1893) стр. 79.

изъ жизни французской и нѣмецкой средней школы въ самомъ дѣлѣ показываетъ, что въ отношеніи цѣли изученія физики, ея программъ и методовъ можетъ существовать глубокое различіе.

Недаромъ же на трехъ послѣднихъ педагогическихъ съѣздахъ, бывшихъ въ Москвѣ зимою 1899 г., въ Петербургѣ—въ январѣ 1902 г. и въ Варшавѣ—въ декабрѣ 1902 г., наши педагоги-физики съ жаромъ обсуждали эти вопросы и, если не рѣшили ихъ окончательно, то все-таки сдѣлали кое-что въ этомъ направленіи.

Такъ на Московскомъ съѣздѣ [1]) было выяснено, что:

1) Оживленіе преподаванія по физико-химическимъ наукамъ въ средней школѣ можно достигнуть путемъ возбужденія самодѣятельности учащихся, съ каковою цѣлью было предложено вводить по этимъ предметамъ практическія занятія для учениковъ, дабы послѣдніе лично знакомились съ явленіями природы и съ инструментами, посредствомъ которыхъ эти явленія изучаются.

2) Содержаніе программъ преподаванія должно быть упрощено и объединено въ томъ смыслѣ, чтобы средняя школа не стремилась къ сообщенію полныхъ знаній по изучаемому предмету.

3) Расположеніе учебнаго матеріала должно быть концентрическое съ нѣсколькими концентрами, а не радіальное.

4) Все ученіе въ средней школѣ должно быть основано на опытѣ.

Не менѣе опредѣленныя указанія даны Петербургскимъ съѣздомъ физиковъ [2]), который въ свою очередь высказался за:

1) Введеніе практическихъ занятій, чѣмъ подтвердилъ взглядъ Московскаго съѣзда.

2) Рѣшеніе физическихъ задачъ на бумагѣ, чѣмъ дополнилъ предыдущую программу занятій.

Но по вопросу о системѣ преподаванія Петербургскій съѣздъ по существу не сказалъ ничего и лишь изъ VII класса перенесъ акустику въ VI классъ, а оптику въ VIII классъ, оставивъ все остальное въ томъ видѣ, какъ это дается объяснительною запискою Мин. Нар. Просвѣщенія. Конечно, нель-

---

[1]) *Давыдовскій*. Физическое Обозрѣніе. т. 1 (1900) стр. 123.

[2]) *Смирновъ* Вѣстн. оп. физики и эл. математики. Сем. XXVII (1902) стр. 121. *Индриксонъ* Физ. Обозр. т. 3 (1902) стр. 133.

зя сказать, чтобы эти два съѣзда исчерпали вопросъ; однако, ихъ указанія все-таки цѣнны. Въ особенности нельзя не обратить вниманія на то, что Петербургскій съѣздъ сталъ на практическую точку зрѣнія и ясно указалъ, какъ можно на самомъ дѣлѣ, а не только на бумагѣ, обезпечить опытное преподаваніе физики въ нашей средней школѣ. А именно, онъ призналъ, что опытное преподаваніе физики немыслимо:

1) Если каждому среднеучебному заведенію не будетъ ежегодно отпускаемо на нужды физики по 500 руб.

2) Если въ немъ не будетъ устроенъ физическій классъ съ нормальнымъ кабинетомъ инструментовъ стоимостью minimum въ 6000—7000 руб.

3) Если не будетъ дано добавочное вознагражденіе преподавателю физики, по 48 руб. за годовой часъ, за производство классныхъ опытовъ.

Совокупность этихъ резолюцій, по моему, имѣетъ высокое значеніе, но вопросъ о содержаніи программы, какъ вы видите, вовсе еще не рѣшенъ и даже не затронутъ А между тѣмъ нужно когда-нибудь этимъ заняться. И я думаю, что 3-ьему Кіевскому съѣзду преподавателей естественныхъ наукъ нужно возвысить свой голосъ, чтобы поставить преподаваніе физики въ средней школѣ въ надлежащія условія.

Я лично примыкаю къ Московской резолюціи по существу дѣла и весьма сочувствую мѣрамъ, предложеннымъ на С.-Петербургскомъ съѣздѣ для фактическаго обезпеченія опытнаго преподаванія въ школѣ. Но, мнѣ кажется, этимъ вопросъ не исчерпывается. Мы невольно должны коснуться программъ и распредѣленія учебнаго матеріала по классамъ и по концентрамъ, ибо кто же будетъ за насъ рѣшать эту трудную задачу. Съ своей стороны я намѣренъ внести лишь новый тезисъ: *пройденное въ средней школѣ пройдено окончательно: высшая школа должна развивать и дополнять въ своемъ послѣднемъ концентрѣ пройденное въ средней школѣ, но не повторять его во всемъ объемѣ.* Изъ своего долгаго опыта я вижу, что сплошное изложеніе курса физики въ университетѣ такъ, какъ если бы слушатели никогда о физикѣ ничего не знали, приводитъ во многихъ отдѣлахъ ея къ тому, что, потерявъ дорогое время на простые вопросы, я бываю вынужденъ быстро и часто неполно изла-

гать болѣе сложные и трудные вопросы. Только физика и находится въ такомъ исключительномъ положенiи: ариѳметика, алгебра, геометрiя, плоская тригонометрiя въ университетѣ во всемъ своемъ объемѣ никогда не повторяются, но существенно развиваются и дополняются особыми курсами: введенiемъ въ анализъ, высшею алгеброю, аналитическою, начертательною и проективною геометрiями, сферическою тригонометрiей. Подобное же распредѣленiе, по моему мнѣнiю, нужно сдѣлать и въ физическомъ матерiалѣ, и отъ этого не только выиграетъ интересъ преподаванiя и ученiя, но и сократится время, потребное на то и другое.

5. Я знаю возраженiе, которое обыкновенно дѣлаютъ. Говорятъ, что въ гимназiяхъ ничему не учатъ по физикѣ, и что повторенiе курса физики въ университетѣ только номинальное, а въ дѣйствительности она проходится здѣсь въ первый разъ. Это наше больное мѣсто, но я смѣло касаюсь его; я никому не бросаю здѣсь своего обвиненiя, напротивъ я ищу у васъ искренняго и открытаго признанiя. Если вы признаете справедливость этого обвиненiя, мы придемъ къ однимъ рѣшенiямъ; если же вы его отвергните, мы найдемъ другiя рѣшенiя. Но пока я не знаю вашего рѣшенiя, я долженъ итти дальше и говорю: допустимъ, что это обвиненiе правильно, такъ развѣ мы безсильны измѣнить создавшееся ненормальное положенiе вещей? Если мы съ полною откровенностью обнажимъ свое больное мѣсто, то мы же его и уврачуемъ! Не можемъ же мы признать нормальнымъ, чтобы по данному предмету ученикъ при затратѣ 6—7 годовыхъ часовъ въ старшихъ классахъ средней школы ничему не научился. Очевидно, что въ общемъ уроки физики идутъ правильно и что учитель дѣлаетъ свое трудное дѣло, какъ умѣетъ и какъ можетъ, а если результаты получаются по общему признанiю неудовлетворительные, то виноватъ въ этомъ, конечно, не одинъ учитель, а весь гимназическiй укладъ: переполненные классы, обширная программа, плохой кабинетъ, отсутствiе годового бюджета, обязательная радiальная система ученiя, особенное положенiе предмета на ряду съ другими по характеру испытанiя, а именно отсутствiе окончательнаго экзамена на аттестатъ зрѣлости.

6. Не подумайте, что я сторонникъ оффицiальныхъ экзаменовъ. Нѣтъ! Я лишь сторонникъ правильнаго педагогическаго

контроля, одинаковаго для всѣхъ предметовъ, и притомъ не въ формѣ одного ежедневнаго спрашиванія уроковъ, но и періодическихъ репетицій по законченнымъ отдѣламъ, дабы ученикъ время отъ времени могъ связать въ одно цѣлое разрозненное содержаніе уроковъ, не изъ-за страха получить ту или другую отмѣтку и соотвѣтственное возмездіе, а только съ педагогическою цѣлью связать мелочи въ одно цѣлое.

Такое уравненіе предмета въ правахъ совершенно необходимо, иначе онъ становится въ крайне ненормальное и исключительное положеніе. Вотъ что пишетъ мнѣ по этому поводу уважаемый педагогъ и бывшій директоръ: „Во время господства жестокой классической системы физика была учебнымъ предметомъ только терпимымъ въ гимназіи, и во многихъ гимназіяхъ, что мнѣ достовѣрно извѣстно, въ VII и VIII классахъ физика даже совсѣмъ не проходилась. На урокахъ физики учитель заставлялъ учениковъ рѣшать задачи по математикѣ, оправдывая себя тѣмъ, что оканчивающему ученику важнѣе знать математику, чѣмъ физику. Но, чтобы не было разговоровъ о томъ, что физика не преподается, учитель поступалъ такъ: на одинъ или два урока въ семестръ онъ собиралъ учениковъ въ физическомъ кабинетѣ и показывалъ имъ нѣсколько болѣе эффектныхъ опытовъ; показывалъ цвѣтные вращающіеся круги, пускалъ въ ходъ паровичекъ, электризовалъ ученика, показывалъ гейслеровскія трубки и еще что-нибудь; этимъ и исчерпывалъ весь курсъ физики. По уставу въ VII и VIII классахъ экзаменовъ по физикѣ не полагалось. Отмѣтки ученикамъ за успѣхи по физикѣ аккуратно выставлялись за каждую четверть года, но ставилась ученику отмѣтка по физикѣ такая, какую онъ заслуживалъ по математикѣ. Надо замѣтить, заключаетъ педагогъ, что отмѣтка 2, полученная за четверть, ученика не смущала, такъ какъ по уставу годовой средній выводъ $2^1/_2$ для физики считался удовлетворительнымъ". Хотѣлось бы вѣрить, что эта печальная картина относится къ давно прошедшему времени и теперь уже нигдѣ не наблюдается. Однако я не могу не замѣтить отъ себя, что конкурсныя испытанія по физикѣ въ Кіевскомъ Политехническомъ Институтѣ постоянно обнаруживаютъ и теперь крайне плохую подготовку конкурентовъ, въ особенности въ отношеніи ихъ знакомства съ описываемыми явленіями на основаніи

видѣнныхъ въ классѣ опытовъ. Они не видятъ простѣйшихъ и интереснѣйшихъ явленiй и описываютъ ихъ по книжкѣ.

7. Въ предыдущихъ двухъ параграфахъ я указалъ на двѣ категорiи причинъ, мѣшающихъ успѣшности преподаванiя физики и ея изученiя: одна зависитъ отъ доброй воли преподавателей, а другая отъ нея не зависитъ. Спрашивается поэтому, какъ же можно согласовать преподаванiе предмета въ средней школѣ и въ высшей, если рядъ неустранимыхъ причинъ мѣшаетъ средней школѣ осуществить возложенное на нее порученiе? Очевидно, отъ номинальнаго согласованiя при такихъ условiяхъ лучше вовсе отказаться. Но передъ нами лежитъ разработанный проектъ новаго устава гимназiй и прогимназiй отъ 1 iюля 1904 г. и многiе существующiе теперь недостатки школьнаго режима въ немъ устранены. Я позволю себѣ указать на тѣ его особенности, которыя должны благотворно отразиться на реформируемой школѣ вообще и на преподаванiи физики въ частности.

Въ проектѣ этого устава мы читаемъ:

§ 1. „Гимназiи имѣютъ цѣлью доставлять юношеству воспитанiе и общее образованiе и приготовлять къ поступленiю въ университетъ и другiя высшiя учебныя заведенiя".

§ 12. „Каждая гимназiя должна имѣть....... физическiй кабинетъ".

§ 10. „Въ каждый классъ принимается такое число учащихся, чтобы общее число учениковъ въ классѣ не превышало 35".

§ 19. Примѣчанiе. „Плата за ученiе, равно и прочiя спецiальныя средства....... употребляются...... на усиленiе учебныхъ пособiй".

§ 29. „На начальника учебнаго заведенiя возлагается...... 9) производить издержки, по опредѣленiю хозяйственнаго комитета, изъ спецiальныхъ суммъ до 100 руб. на одинъ предметъ сверхъ штатнаго положенiя".

§ 56. „Обсужденiю и окончательному рѣшенiю педагогическаго совѣта подлежатъ слѣдующiя дѣла....... 7) выборъ предметовъ для пополненiя кабинетовъ и книгъ".

§ 42. „Послѣ двадцати лѣтъ службы учителю можетъ быть присвоено званiе профессора гимназiи и VI классъ должности съ правомъ производства въ дѣйствительные статскiе совѣтни-

ки. Это послѣднее званіе представляется только учителямъ, получившимъ извѣстность педагогическими трудами учебнаго характера по предмету своей спеціальности, допущенными Министерствомъ къ употребленію въ среднихъ учебныхъ заведеніяхъ, по избраніи ихъ въ это званіе педагогическимъ совѣтомъ и утвержденію Мин. Нар. Просвѣщенія".

§ 41. „Штатные преподаватели за 12 штатныхъ уроковъ получаютъ содержаніе въ 1200, 1500, 1800, 2100 и 2400 руб., а за уроки дополнительные, сверхъ 12, по 90 руб. за каждый годовой часъ. Низшій окладъ (въ 1200 р.) назначается при опредѣленіи на службу; слѣдующіе затѣмъ оклады назначаются чрезъ каждые 5 лѣтъ службы".

§ 95а. „Прослужившимъ 25 лѣтъ по учебной части Мин. Нар. Просвѣщенія назначаются при выходѣ въ отставку пенсіи ихъ оклада: директору гимназіи 2400 р., директору прогимназіи 2000 р., штатнымъ преподавателямъ 1800 р. и т. д.".

Наконецъ, въ таблицѣ недѣльныхъ часовъ видимъ, что по физикѣ въ VI классѣ назначено 3 урока, въ VII классѣ—4 урока, въ VIII классѣ—3 урока, а всего 10, вмѣсто теперешнихъ 7, по положенію 1900 года.

Остается только пожелать, чтобы эта часть проекта поскорѣе осуществилась, а на ряду съ такимъ улучшеніемъ служебнаго и матеріальнаго положенія наши педагоги получили бóльшую самостоятельность въ совѣтахъ по вопросамъ о распредѣленіи и расходованіи спеціальныхъ средствъ на нужды преподаванія и по вопросамъ чисто педагогическаго и дидактическаго характера. Тогда соединенными силами даннаго учебнаго заведенія можно будетъ хорошо сдѣлать то, чего теперь сдѣлать невозможно. Я не сомнѣваюсь, что такое возвышенное положеніе учителя, такое довѣріе къ его силамъ вызоветъ въ немъ и во всей коллегіи охоту работать продуктивно и энергично на пользу общества и что онъ больше не останется пассивнымъ и неотвѣтственнымъ исполнителемъ различныхъ циркуляровъ, распоряженій и предначертаній, какъ это было и бываетъ до сихъ поръ. Не нужно нивелировать педагогическіе пріемы и мысли; педагоги должны сами выработывать пріемы преподаванія съ горячею вѣрою въ ихъ успѣхъ, съ правомъ измѣнять ихъ къ лучшему, сообразно мѣстнымъ условіямъ и живой дѣйствительности. Я не сомнѣваюсь, что такое обновленіе

средней школы и возможность свободной, творческой дѣятельности сразу привлечетъ въ ея среду талантливыхъ, пытливыхъ, смѣлыхъ, энергичныхъ и живыхъ людей, которые не дадутъ въ ней угаснуть пламени знанiя и которые сумѣютъ внести въ нее настоящую духовную жизнь. А если все это можетъ совершиться, въ чемъ никто не долженъ сомнѣваться, то какъ же не поставить интересующiй меня вопросъ о соотвѣтствiи программъ преподаванiя физики въ средней и въ высшей школахъ.

8. Въ самомъ дѣлѣ, на что тратится теперь время здѣсь и тамъ? Въ гимназiяхъ тратятъ 7 годовыхъ часовъ на прохожденiе физики, а въ университетахъ на физико-математическомъ и медицинскомъ факультетахъ отъ 5 до 8, 10 и даже больше годовыхъ часовъ, смотря по факультету и по университету.

Уже изъ этого простого сопоставленiя чиселъ видно, что сравнительно съ университетомъ гимназiи тратятъ времени вовсе не такъ мало. Правда, въ гимназiи уходитъ много времени на спрашиванiе уроковъ и на ихъ повторенiе, чего нѣтъ въ университетѣ. Но вѣдь по проекту новаго Устава число годовыхъ часовъ въ гимназiи достигаетъ 10, а число учениковъ падаетъ до 35 и maximum 40 чел. въ классѣ. При такихъ условiяхъ университетъ въ правѣ требовать отъ поступающихъ къ нему воспитанниковъ твердаго знанiя основъ физики въ размѣрѣ младшаго и средняго концентровъ, дабы взять на себя правильное веденiе лишь одного высшаго концентра и тѣхъ дополнительныхъ теоретическихъ и практическихъ курсовъ, которые въ немъ читаются и ведутся. Если бы съ этимъ согласиться, то въ программу полукурсового испытанiя университетовъ не пришлось бы включать такихъ элементарныхъ вопросовъ, которые въ ней фигурируютъ теперь, какъ напримѣръ: единицы длины, времени, массы; масса, плотность, удѣльный вѣсъ; способы измѣренiя удѣльнаго вѣса различныхъ тѣлъ, законы паденiя тѣлъ, маятникъ, вѣсы, законъ Паскаля, законъ Архимеда, законъ Марiотта, законъ Дальтона, скорость, ускоренiе, законы Ньютона, работа силы, законъ живыхъ силъ; происхожденiе и распространенiе звука, скорость звука, высота тона, напряженiе звука; законы отраженiя свѣта, плоскiя и сферическiя зеркала, законы преломленiя свѣта, полное внутреннее отраженiе, ходъ лучей въ призмѣ, показатель преломленiя, оптическiя стекла,

микроскопъ, телескопъ, разложеніе свѣта на цвѣта, свойство спектровъ, понятіе о спектральномъ анализѣ.

Я останавливаюсь только на этой выпискѣ, какъ на наиболѣе характерной для составителя этой программы. Всякому ясно, что это вопросы гимназическаго курса и при томъ вовсе нетрудные сами по себѣ. Номинально эти вопросы уже упоминаются въ программѣ гимназическаго курса; стало-быть, имъ не мѣсто въ университетской программѣ; въ особенности если они будутъ трактоваться еще разъ приблизительно такъ же кратко и элементарно. А можно-ли этого не дѣлать? Нѣтъ, ибо времени отводится мало; въ большинствѣ нашихъ университетовъ въ среднемъ около 8 годовыхъ часовъ, а университетская программа кромѣ повторенія заключаетъ въ себѣ еще много другихъ главъ, болѣе трудныхъ, требующихъ значительнаго времени для ихъ изложеженія и изученія.

Очевидно, составитель испытательныхъ программъ въ государственныхъ комиссіяхъ отчасти уже стоялъ на моей точкѣ зрѣнія, ибо въ программахъ 1896 г. многое изъ указаннаго мною по полукурсовому испытанію оказалось опущеннымъ. Но въ общемъ эти программы чрезвычайно обширны и рядомъ съ очень элементарными и уже извѣстными вопросами заключаютъ въ себѣ совершенно новые, сложные и трудные. Такая растянутость и неоднородность программы зависитъ отъ избранной радіальной методы преподаванія, гдѣ ея составители выписываютъ подъ рядъ оглавленіе по данному учебнику средней или высшей трудности для средней школы или для университета. Въ математикѣ такой путаницы нѣтъ, и пора бы на это обратить серьезное вниманіе и физикамъ. Если студенты математическаго отдѣленія еще получаютъ возможность на дополнительныхъ курсахъ отчасти ознакомиться съ верхами физической науки, то натуралисты и медики при современныхъ нашихъ программахъ никогда не могутъ добраться до нихъ. И это происходитъ по самой уважительной причинѣ, по недостатку времени, отведенному на преподаваніе физики по учебному плану. На основаніи личнаго своего опыта могу сказать, что, благодаря мелочамъ механическаго отдѣла курса физики, мнѣ не удавалось одновременно съ нимъ изложить, какъ должно, всѣ отдѣлы физики частичныхъ силъ; если при этомъ основательно излагались явленія упругости, то не хватало времени на капил-

лярныя явленія, истеченіе жидкостей, строеніе струи и т. д., или наоборотъ.

При чтеніи курса теплоты, повтореніе и развитіе общеизвѣстныхъ мѣстъ —законовъ Маріотта, Гэ-Люссака, Дальтона, элементарной термометріи и т. д.—мѣшаетъ дать хорошее понятіе о механической теоріи тепла, кинетической теоріи газовъ и о тѣхъ превосходныхъ работахъ, которыя характеризуютъ современную термометрію и калориметрію.

При чтеніи акустики и оптики такое обязательное повтореніе общеизвѣстныхъ мѣстъ лишаетъ возможности основательно и хорошо познакомить слушателей съ работами Гельмгольца по акустикѣ и съ такъ называемою физическою оптикою. Тутъ рѣшительно нужно чѣмъ-либо жертвовать: иной разъ всею акустикою, иной разъ всею геометрическою и физіологическою оптикою, что приходится дѣлать однако не безъ сожалѣнія въ виду разработанности и высокаго интереса этихъ главъ физики. При чтеніи электричества и магнитизма тоже слѣдовало бы опустить много простыхъ и элементарныхъ фактовъ, дабы выиграть время, необходимое для уясненія слушателямъ всей системы этого ученія, труднаго и отвѣтственнаго отдѣла электромагнитизма, электрическихъ измѣреній и такихъ важныхъ вопросовъ, какъ электрическія колебанія, опыты Герца, лучи Рёнтгена, радіоактивность и т. д., которые хотя оффиціально еще не входятъ въ курсъ, но не могутъ быть обойдены молчаніемъ или не показаны студентамъ, когда даже публика интересуется этими новыми явленіями.

9. Такимъ образомъ при фактическомъ осуществленіи этой программы потребовалось бы чрезмѣрное увеличеніе числа часовъ. И, дѣйствительно, въ Петербургскомъ университетѣ преподаваніе экспериментальной физики поглощаетъ 11 годовыхъ часовъ на математическомъ отдѣленіи и 9 годовыхъ часовъ на естественномъ отдѣленіи; въ Московскомъ на обоихъ отдѣленіяхъ физико-математическаго факультета отводятъ по 9 годовыхъ часовъ; въ остальныхъ университетахъ число часовъ колеблется отъ 6 до 8; въ счетъ этихъ часовъ не включены ни практическія занятія, ни дополнительные теоретическіе курсы. Но дальнѣйшее увеличеніе числа лекцій въ университетѣ вовсе нежелательно; экзамены по физикѣ и теперь считаются одними

изъ труднѣйшихъ. Что же будетъ, если число лекцій и содержаніе экзаменной программы еще увеличить?

Какъ же выйти изъ этого затрудненія? Очевидно, помочь этому можно только сокращеніемъ программы вообще и невыполненіемъ существующей въ нѣкоторыхъ ея частяхъ. Но въ такомъ случаѣ, не проще-ли ея вовсе не вводить и предоставить факультетамъ самостоятельно выработывать свои программы. Я во всякомъ случаѣ того мнѣнія, что дальнѣйшее увеличеніе теперешняго числа читаемыхъ лекцій совершенно нежелательно; по моему, ихъ вполнѣ достаточно, но нужно лучше согласовать примѣрныя программы преподаванія въ средней и въ высшей школахъ и этимъ самымъ освободить университетъ отъ необходимости твердить зады и исправлять ошибки средней школы. Отъ такого распредѣленія ролей выиграло бы и преподаваніе въ гимназіи; оно стало бы проще и строже; всѣ мудрости теоретическаго и измѣрительнаго характера отошли бы въ университетъ, а техническаго характера—въ высшія техническія учебныя заведенія. Такое распредѣленіе ролей вызвало бы одновременно больше интереса и у студентовъ, ибо преподаваемое имъ было бы для нихъ ново, а не quasi повтореніемъ стараго. Говорю quasi, потому что, конечно, университетъ не повторяетъ только, но значительно дополняетъ и развиваетъ знанія почерпнутыя въ гимназіи; однако, этотъ пріемъ въ концѣ концовъ неблагопріятно отражается на стройности самого изложенія курса физики въ университетѣ, загромождаетъ его и мѣшаетъ ему достигать значительной высоты. Если же опытному преподавателю даже и удается довести свое изложеніе университетскаго курса до надлежащей научной высоты, то студенты легко спускаются въ своихъ отвѣтахъ до гимназическаго объема, ибо то же самое по имени, а не по объему и полнотѣ содержанія, они уже изучали кое-какъ въ гимназіи, а стало-быть и могутъ кое-что отвѣтить на предлагаемые вопросы. Присутствуя много лѣтъ на государственныхъ экзаменахъ, я неоднократно замѣчалъ разницу отвѣтовъ по совершенно новымъ вопросамъ университетскаго курса и по смѣшаннымъ, которые излагались въ гимназіи отчасти, а въ университетѣ окончательно, по первымъ въ большинствѣ случаевъ отвѣты гораздо содержательнѣе и полнѣе, чѣмъ по вторымъ, на которые отвѣчаютъ немногосложно и по старой памяти.

10. Мнѣ кажется, что поднимаемый мною вопросъ такъ простъ, что нечего его дальше развивать; но раньше, чѣмъ закончить этотъ докладъ, я считаю необходимымъ, не входя въ подробности, которыя должны быть предметомъ особаго изслѣдованія, указать въ общихъ чертахъ на предлагаемое мною распредѣленіе преподаванія физики въ гимназіи и въ университетѣ.

Въ гимназіи, при 10 урокахъ по проекту новаго устава, физику, по моему убѣжденію, слѣдуетъ разбить на два концентра: первый концентръ въ V и VI классѣ 2 часа въ недѣлю; второй концентръ въ VII и VIII кл. по 3 часа въ недѣлю. При этомъ преподаваніе необходимо вести въ физическомъ классѣ, дабы всѣ изучаемыя явленія были показаны ученикамъ на опытѣ; но такъ какъ изучаемое явленіе невозможно показать настолько ясно, чтобы каждый ученикъ хорошо съ нимъ ознакомился, то въ дополненіе къ этому слѣдуетъ ввести практическія занятія, на которыхъ ученики могли бы знакомиться по преимуществу съ изучаемыми явленіями, а равно и съ приборами, помощью коихъ они воспроизводятся или наблюдаются. Если понимать эту работу учителя съ классомъ, какъ практическія занятія по физикѣ, и ничего больше не прибавлять къ нимъ, то и эта работа, на мой взглядъ, велика; она отвѣтственна для преподавателя и весьма поучительна и полезна для ученика. Но коль скоро мы поставимъ такое требованіе, программу неизбѣжно придется сократить, и въ этомъ только хорошая сторона. Какъ бы разные вопросы данной науки ни были интересны, сами по себѣ или по своимъ практическимъ примѣненіямъ, нужно помнить, что средняя школа общаго типа не можетъ и не должна давать отвѣта на всѣ эти вопросы или давать отвѣты на нихъ въ деталяхъ. Нѣкоторые вопросы спокойно можно совсѣмъ исключить, а на другіе дать только общія указанія, поскольку они находятъ свое основаніе въ общемъ изложеніи соотвѣтственныхъ главъ физики. Такъ, напр., можно свободно опустить изученіе устройства телефоновъ, звонковъ, электрическаго освѣщенія, гальванопластики, громоотводовъ и т. д.; паровыхъ машинъ, паровозовъ съ деталями парораспредѣленія, разныхъ насосовъ съ расположеніемъ клапановъ и многихъ другихъ примѣненій, ибо то, что сообщается по этому поводу, обыкновенно или неполно или уже старо, въ техникѣ не

употребляется или не цѣнится, и поэтому практическаго значенія не имѣетъ; слѣдовательно, въ классѣ необходимо сообщать лишь основныя явленія и понятія и показать въ общемъ видѣ на нѣсколькихъ примѣрахъ, какъ ихъ примѣнить къ тому или другому практическому вопросу; опуская ненужныя въ этомъ случаѣ детали, можно заставить ученика поработать съ пользою надъ рѣшеніемъ этихъ задачъ на практическихъ занятіяхъ, но не надо заставлять его учить наизусть устройства этихъ приборовъ, винтовъ и т. д. Мнѣ кажется необходимымъ также оставить безъ вниманія измѣренія. Лучше ихъ вовсе не проходить, чѣмъ проходить плохо, съ урѣзками; о нихъ нужно дать лишь общее понятіе и то, если это безусловно необходимо. Какая польза, если учить, какъ рекомендуетъ объяснительная записка, что „вольтъ есть электровозбудительная сила, приблизительно на 10% меньшая электровозбудительной силы элемента Даніеля", а „амперъ есть сила тока, получающаяся въ цѣпи, въ которой дѣйствуетъ электровозбудительная сила въ одинъ вольтъ и сопротивленіе которой равно одному ому".

11. Съ такими невѣрными опредѣленіями человѣкъ останется на всю свою жизнь, а потомъ трудно его переучивать, и ему самому нелегко отстать отъ того, что имъ было выучено, какъ нѣчто вѣрное. Поэтому нужно серьезно пересмотрѣть всю программу физики. То, что доступно юному уму, что притомъ можно изложить строго и научно съ соотвѣтственными опытами, пусть и остается въ курсѣ гимназіи. Остальное же безъ всякаго колебанія нужно перенести въ университетъ и въ высшія техническія школы. По химіи напримѣръ, изъ гимназіи воспитанники не выносятъ почти никакихъ понятій, а между тѣмъ химическіе процессы также встрѣчаются и прямо, и косвенно въ повседневной жизни человѣка. Въ этомъ отношеніи очень поучительны учебные планы французской средней школы. Въ ней уроки физики и химіи идутъ рука объ руку. Ученики, не изучающіе древнихъ языковъ, проходятъ по химіи солидный курсъ, который шире нашего студенческаго на I курсѣ математиковъ и который захватываетъ многія главы неорганической и органической химіи. Соотвѣтственно этому у нихъ и программа по физикѣ шире нашей, но зато она распредѣлена на два концентра: младшій въ теченіе двухъ лѣтъ при 4 часахъ въ недѣлю и старшій въ теченіе трехъ лѣтъ при 5—11 часахъ въ не-

дѣлю, кромѣ 6 часовъ практическихъ упражненiй; число приведенныхъ часовъ колеблется въ зависимости отъ того, по какому учебному плану слѣдуетъ ученикъ, по гуманитарному или реальному. Въ германскихъ гимназiяхъ и реальныхъ училищахъ планъ преподаванiя физики приблизительно похожъ на нашъ, а именно: преподаванiе ведется радiально, а не по концентрамъ, обыкновенно въ теченiе трехъ послѣднихъ лѣтъ курса, по 2 часа въ недѣлю. Программа нѣмецкая очень элементарна. При этомъ однако нельзя не указать на то, что въ Германiи удѣляется, кромѣ указанныхъ 6-ти часовъ на физику, еще 6 недѣльныхъ часовъ на химiю и минералогiю въ послѣднихъ двухъ классахъ и отъ 4 до 8 недѣльныхъ часовъ на естественную исторiю въ младшихъ классахъ. Но, очевидно, въ Германiи уже совершается переходъ отъ радiальной системы преподаванiя физики къ концентрической, ибо по новому закону 1901 г. въ Пруссiи введено два концентра, распредѣленныхъ на 5 послѣднихъ лѣтъ ученiя.

Такимъ образомъ и во Францiи и въ Германiи, при коренномъ различiи учебныхъ системъ, программы всего цикла естествознанiя уравновѣшены. Между тѣмъ у насъ этого нѣтъ. Мы забываемъ о химiи, ботаникѣ, зоологiи, физiологiи, геологiи, минералогiи и хотимъ все это замѣнить широкою программою по физикѣ.

Это вопросъ традицiи, и съ нимъ пора покончить въ интересахъ нашего учащагося юношества. Я даже думаю, что при двухъ концентрахъ можно было бы ихъ подобрать именно такъ, чтобы содержанiе перваго было достаточно разнообразно и житейски интересно для учениковъ V и VI классовъ, а чтобы содержанiе второго концентра по характеру изложенiя примѣрно подходило подъ современную программу средней школы, но значительно сокращенную (на цѣлые отдѣлы) въ болѣе трудныхъ и соотвѣтственно дополненную (до законченности содержанiя) въ болѣе легкихъ ея частяхъ.

12. Многiе наши преподаватели физики высказываются противъ всякаго сокращенiя и даже ратуютъ за расширенiе программъ, желая, напримѣръ, въ курсъ оптики включить диффракцiю, интерференцiю и поляризацiю свѣта. Если они думаютъ показать при этомъ два, три опыта, то это будетъ, пожалуй, интересно, но объяснить самыя явленiя имъ не удастся, не ознакомивъ учениковъ основательно съ теорiей волнообразнаго движе-

нія, а такъ какъ послѣднее рѣшительно невозможно, то и самые опыты превратятся въ нѣчто непонятное и загадочное. Въ этомъ отношеніи мы превзошли бы даже новые французскіе планы, гдѣ по оптикѣ требуется лишь указаніе на существованіе двойного преломленія свѣта и на поляризацію. Всѣмъ тѣмъ, которые мечтаютъ теперь о расширеніи программы физики въ нашей гимназіи, я считаю нужнымъ напомнить, что по всеобщему убѣжденію изучаемое въ гимназіи слѣдуетъ показать на опытѣ, а гдѣ же для этого необходимыя средства и время? Вѣдь й университеты у насъ бѣдны. Такъ во что же обратятся обязательные уроки физики по сложнымъ и труднымъ отдѣламъ оптики, электричества, теплоты, когда у преподавателя не окажется ни средствъ, ни времени? Наконецъ, что же тогда дѣлать въ университетѣ съ курсомъ экспериментальной физики? Не повторять же тамъ курсъ гимназіи. Курсъ физики уже потому необходимо сокращать, что нельзя же долѣе терпѣть нынѣшнее quasi систематическое изложеніе физики въ средней школѣ безъ предварительнаго изученія элементовъ механики и изучать для формы механику въ VIII классѣ, когда курсъ физики уже выученъ безъ механики, и когда ученикъ не постигъ главнаго, а именно, что объясненіе физическихъ явленій основано на нашихъ механическихъ представленіяхъ. Очевидно, такая несообразность допущена также въ угоду сторонниковъ широкой программы по физикѣ, и она служитъ наиболѣе неоспоримымъ аргументомъ въ пользу двухъ концентровъ, гдѣ въ первомъ концентрѣ при соотвѣтственномъ подборѣ матеріала легко обойтись и безъ сложныхъ вычисленій и безъ систематическаго курса механики, а во второмъ можно уже вполнѣ научно и съ извѣстною законченностью изучать нѣкоторые наиболѣе простые отдѣлы, отложивъ все трудное и сложное для университета и высшихъ техническихъ школъ.

13. Лучше въ средней школѣ дать немного, но хорошо и основательно. А можно-ли въ ближайшемъ будущемъ на это разсчитывать? По моему, нѣтъ. Въ самомъ дѣлѣ, какъ поставлено сейчасъ опытное преподаваніе въ нашей средней школѣ? На это отвѣтили многіе преподаватели Кіевскаго учебнаго округа по запросу распорядительнаго комитета 3-го Кіевскаго съѣзда преподавателей естественныхъ наукъ. По ихъ свидѣтельству, помѣщеніе физическаго класса въ большинствѣ гимназій и реальныхъ училищъ Кіевскаго учебнаго округа мало,

тѣсно и неудобно; площадь класса и кабинета колеблется отъ 8 до 20 кв. саж.; затемнѣнiе устроено не вездѣ; газъ, вода и электрическiй токъ проведены рѣдко гдѣ; механика, или препаратора, или даже отдѣльнаго служителя въ помощь преподавателю нѣтъ; коллекцiя инструментовъ сплошь и рядомъ оставляетъ желать многаго; правильныхъ ежегодныхъ ассигнованiй на нужды физики чаще всего не дѣлается, а если и бываютъ, то достигаютъ 50—100 руб. въ годъ; 300—500 руб. суть исключительныя ассигнованiя, скорѣе единовременныя, чѣмъ ежегодныя. Едва-ли можно разсчитывать на быстрое измѣненiе къ лучшему всѣхъ этихъ неблагопрiятныхъ условiй преподаванiя. Быть можетъ, со временемъ все и наладится; тогда можно будетъ думать объ увеличенiи программы физики въ средней школѣ, а пока при наличности всего только-что указаннаго, лучше снять съ нее непосильное бремя и передать часть преподаванiя въ высшую школу. Кромѣ того, въ настоящее время всѣ признаютъ, что успѣшность ученiя значительно увеличилась бы, если бы въ средней школѣ были введены практическiя занятiя. Эта мысль повторяется все чаще и чаще, и съ нею уже необходимо считаться. Поэтому вполнѣ естественно поднимается теперь вопросъ, какъ справиться съ этою новою задачею и сколько времени отвести на нее. Тѣ же преподаватели считаютъ, что 10 часовъ, отведенныхъ проектомъ новаго устава въ недѣлю, вполнѣ достаточны для удовлетворительнаго выполненiя теперешней программы физики; но съ проектируемымъ нами введенiемъ практическихъ занятiй дѣло, очевидно, измѣнится.

Большинство запрошенныхъ мною преподавателей высказалось за добавочные часы, числомъ отъ 2 до 6 и даже 10 въ недѣлю къ предполагаемымъ теоретическимъ 10 часамъ; меньшинство же полагаетъ возможнымъ урѣзать 2—3 часа изъ тѣхъ же 10 часовъ. Я лично весьма сочувствую идеѣ практическихъ занятiй въ средней школѣ, но думаю, что вводить въ норму рабочихъ часовъ значительное число новыхъ, хотя бы подъ названiемъ практическихъ, нежелательно и обременительно. Поэтому я опять прихожу къ заключенiю о необходимости сократить теперешнiй курсъ физики, но зато уже основательно изучить все то, что войдетъ въ новую, краткую программу. Тогда тѣ молодые люди, которые избрали бы для дальнѣйшаго своего образованiя филологическiй и юридическiй факультеты выиграли бы въ прочно-

сти и ясности знаній главнѣйшихъ физическихъ законовъ, а тѣ, которые избрали бы физико-математическій и медицинскій факультеты или высшія техническія школы, получили бы возможность продуктивно работать дальше и достигнуть болѣе глубокихъ и обширныхъ познаній въ этомъ предметѣ

14. Что же дѣлать въ университетѣ? Дать систему науки: ознакомить съ научными методами изслѣдованія и толкованіями явленій, дополнить гимназическій курсъ болѣе сложными явленіями, развить новыя главы экспериментальной физики, вовсе не затронутыя въ гимназіи, и, наконецъ, дать лабораторное воспитаніе на рѣшеніи ряда задачъ по преимуществу измѣрительнаго характера.

15. Въ этомъ планѣ я пока не касался другого наболѣвшаго вопроса, какъ приготовить хорошаго преподавателя физики. Очевидно, для группы студентовъ, предназначающихъ себя для педагогической дѣятельности, нужно къ только-что указанному содержанію кое-что прибавить. Имъ необходимо сверхъ этого организовать практическія занятія по производству опытовъ гимназическаго курса; ихъ необходимо упражнять въ рѣшеніи теоретическихъ задачъ и въ изложеніи письменномъ и устномъ отдѣльныхъ вопросовъ по литературнымъ источникамъ. Кромѣ того, я полагаю, университету уже пора помочь будущимъ педагогамъ и въ ознакомленіи съ выработанными и установившимися педагогическими пріемами. Странно, что педагогика и методика вообще даже и не преподаются въ университетѣ; каждому будущему педагогу дѣти и юноши отдаются для его личныхъ опытовъ: удачныхъ или неудачныхъ, короткихъ или продолжительныхъ, по усмотрѣнію практикующагося педагога. Оттого и дѣло обученія въ нашей средней школѣ стоитъ низко. Трудно молодому педагогу только своимъ личнымъ опытомъ и самосовершенствованіемъ быстро достигнуть извѣстной высоты. Тутъ, какъ и во всемъ, необходима преемственность и эволюція; болѣе опытные должны учить начинающихъ и передавать имъ выработанные лучшіе пріемы.

Однако, даже и такое усовершенствованіе въ дѣлѣ обученія и образованія будущихъ педагоговъ принесетъ только временное, хотя правда и существенное улучшеніе. Но, чтобы педагогъ въ теченіе всей своей долгой дѣятельности могъ безъ особаго усилія держаться на уровнѣ своей науки, необходимо помогать ему въ этомъ и дальше.

Для этого прежде всего можно настойчиво рекомендовать періодическіе съѣзды преподавателей въ университетскихъ городахъ съ участіемъ профессоровъ для свободнаго обмѣна по различнымъ вопросамъ преподаванія и для знакомства съ тѣми новостями теоретическаго и экспериментальнаго характера, которыя появляются въ наукѣ. Этой формѣ общенія спеціалистовъ многіе очень сочувствуютъ. Но кратковременные съѣзды съ ихъ напряженною работою не всегда способствуютъ уясненію многихъ деталей, которыя могутъ занимать преподавателя. И вотъ для удовлетворенія этой насущной потребности было бы полезно организовать періодическіе курсы теоретическіе и практическіе въ лабораторіи, пользуясь для этого время отъ времени рождественскими или пасхальными каникулами. Наконецъ, для того, чтобы университеты могли съ интересомъ и пользою служить дѣлу преподаванія въ средней школѣ, необходимо сдѣлать свободный доступъ профессоровъ въ среднюю школу во время занятій и экзаменовъ, дабы они на основаніи личнаго опыта могли судить о разныхъ сторонахъ преподаванія и, сообразуясь съ своими наблюденіями, поднимали тѣ или другіе вопросы на съѣздахъ, а также организовали курсы и практическія занятія въ своихъ лабораторіяхъ. Отъ такой связи все преподаваніе только выиграло бы и оживилось, а между преподавателями и профессорами установилась бы та живая и дѣятельная связь, которой теперь часто не хватаетъ и безъ которой трудно примирить интересы обѣихъ школъ.

16. Въ настоящее время, когда совершаются крупныя реформы въ области просвѣщенія, объ этой связи необходимо подумать. Все ученіе - низшее, среднее и высшее — должно итти и развиваться гармонически, при непосредственномъ участіи учащаго персонала соотвѣтственныхъ заведеній.

Связь, образуемая инымъ путемъ, свидѣтелями которой мы теперь являемся, недостаточна, несовершенна и неподвижна. Педагогическое дѣло есть сама жизнь, а потому педагогамъ слѣдуетъ предоставить вести свое отвѣтственное дѣло съ большею личною свободою и съ большею согласованностью всѣхъ сторонъ преподаванія.

Образецъ такого оживленія средней школы представляетъ послѣдняя реформа во Франціи (1902 г). Благодаря просвѣщенному и внимательному отношенію къ нуждамъ французской сред-

ней школы, парламентской комиссіи, подъ предсѣдательствомъ Рибо, удалось въ настоящее время значительно увеличить подвижность школьныхъ программъ и лучше удовлетворить умственному складу отдѣльныхъ учениковъ. Въ самомъ дѣлѣ, при семилѣтнемъ гимназическомъ курсѣ, раздѣленномъ на два цикла, въ четыре и три года, мы видимъ первые четыре класса двухъ типовъ *A* и *B* съ обоими древними языками и безъ древнихъ языковъ; во второмъ циклѣ V и VI классы имѣютъ четыре типа классовъ: *A*—съ латинскимъ и греческимъ языками, *B*—съ латинскимъ и новыми языками, *C*—съ латинскимъ и естественными науками и *D*—съ естественными науками и новыми языками. VII классъ опять дѣлится на четыре отдѣла: философскій *A* и *B* и математическій *A* и *B*. Но, чтобы вся эта индивидуализація нашла себѣ живой откликъ въ учителѣ, „нужно, говоритъ Рибо, меньше однообразія, меньше бюрократіи и немножко свободы; таково общее желаніе, вытекающее изъ опроса. Лицеи задыхаются отъ централизаціи".

17. Вотъ, М. Г., докладъ, который я рѣшилъ представить на ваше благоусмотрѣніе и выслушать ваше заключеніе. Я нарочно не останавливался на деталяхъ; по моему, эту работу можно охотно и легко исполнить впослѣдствіи, когда получится ясный и согласованный взглядъ на принципіальную сторону вопроса. Поэтому, я прошу васъ высказаться по нижеслѣдующимъ частнымъ вопросамъ:

1) Желательно-ли введеніе въ гимназіи двухъ концентрическихъ курсовъ физики: одного въ V и VI кл. при 2 годовыхъ урокахъ и другого въ VII и VIII классъ при трехъ годовыхъ урокахъ?

2) Желательно-ли сократить программу 1890 года? Если да, то по какимъ отдѣламъ?

3) Желательно-ли ввести практическія занятія по физикѣ въ гимназіи? Если да, то въ какой формѣ и по сколько часовъ въ недѣлю, притомъ будутъ-ли эти часы дополнительными къ предположеннымъ 10 час. по проекту новаго устава, или же они войдутъ въ счетъ этихъ 10 часовъ?

4) Возможно-ли при реорганизаціи преподаванія физики въ гимназіи возложить на нее отвѣтственность за исполненіе программы, какъ это сдѣлано въ отношеніи математики и другихъ предметовъ, чтобы освободить университетъ отъ излишняго повторенія?

5) Желательно-ли ввести и для физики однообразный съ другими предметами контроль знанiй учениковъ при выдачѣ имъ аттестата зрѣлости или аналогичнаго свидѣтельства объ окончанiи средней школы?

6) Желательно-ли образованiе педагогическихъ курсовъ при университетѣ для приготовленiя преподавателей физики и въ какой формѣ: постоянныхъ курсовъ для студентовъ математическаго факультета или отдѣльной семинарiи?

7) Желательно-ли учрежденiе каникулярныхъ курсовъ для учителей, уже преподающихъ физику? Если да, то въ какой формѣ?

Тѣ или иные отвѣты ваши будутъ очень цѣннымъ матерiаломъ при рѣшенiи важнаго на мой взглядъ вопроса о наилучшей постановкѣ преподаванiя физики и обученiя ей въ средней и въ высшей школахъ.

18. Вмѣсто живаго слова съѣхавшихся въ Кiевъ педагоговъ, которое я надѣялся услышать въ отвѣтъ на свои запросы, вслѣдствiе неожиданнаго закрытiя 3-ьяго кiевскаго съѣзда преподавателей естественныхъ наукъ, я долженъ былъ прибѣгнуть въ разсылкѣ указанныхъ вопросовъ членамъ физической секцiи съ просьбою отвѣтить мнѣ письменно. Шестнадцать лицъ откликнулись на нее и помогли мнѣ довести свое дѣло до конца. Эти вопросы не замѣнили моего доклада, а предложенные на нихъ отвѣты не замѣнили дебатовъ, но все-таки они охарактеризовали настроенiе преподавателей физики Кiевскаго учебнаго округа, и я лично приношу имъ здѣсь свою глубокую благодарность за ихъ трудъ.

Вотъ резюмэ этихъ отвѣтовъ:

1) По вопросу о замѣнѣ теперешняго порядка преподаванiя физики системою двухъ концентровъ большинство 9 противъ 7 высказались противъ измѣненiя, находя, что концентры сдѣлаютъ преподаванiе физики скучнымъ, а самые курсы краткими. Это рѣшенiе дано почти безъ мотивовъ, простымъ отвѣтомъ: да или нѣтъ, и потому, къ сожалѣнiю, оно для меня мало убѣдительно. А между тѣмъ уже наши предыдущiе съѣзды прямо голосовали за концентрическiе курсы; новые учебные планы во Францiи и въ Пруссiи тоже подѣлили преподаванiе средней школы на два цикла; поэтому отрицательное къ нимъ отношенiе нужно было бы какъ-нибудь объяснить. Благодаря концентрамъ во Францiи фи-

зика изучается постепенно въ теченіе пяти лѣтъ; въ Австріи физика изучается 4 года, въ III, IV, VII и VIII классахъ, въ Пруссіи въ теченіе 5 лѣтъ, въ IV, V, VI, VII и VIII классахъ. А это, по моему, очень важное преимущество.

2) По вопросу объ измѣненіи программы преподаванія многіе (6 лицъ) ничего не отвѣтили, остальные высказались за сохраненіе существующей программы и даже за ея расширеніе. За сокращеніе рѣшительно никто не высказался; одинъ предлагалъ совершенно выпустить очеркъ химическихъ явленій; другой проектировалъ изъ курса реальныхъ училищъ выпустить импульсъ силы, ударъ упругихъ и неупругихъ тѣлъ.

3) По вопросу о введеніи практическихъ занятій всѣ единогласно высказались въ пользу этого начинанія; разногласія получились лишь въ подробностяхъ: считать-ли эти занятія для учениковъ обязательными или нѣтъ; вести-ли ихъ въ учебные часы или по вечерамъ; включить-ли ихъ въ число 10 уроковъ или прибавить сверхъ этого числа.

4) По вопросу объ уравненіи физики съ другими предметами въ отношеніи переходныхъ и окончательныхъ испытаній огромное большинство высказалось въ пользу уравненія и введеніе экзамена по физикѣ нашло желательнымъ. Лишь трое отнеслись къ нему съ сомнѣніемъ, находя, что вся наша теперешняя система контроля знаній никуда не годится и ведетъ только къ напрасному томленію учащихся.

5) По вопросу объ устройствѣ педагогическихъ курсовъ при университетахъ для приготовленія преподавателей физики мнѣнія раздѣлились. Одна группа преподавателей (10 лицъ) рѣшительно высказалась противъ особыхъ курсовъ въ формѣ университетскихъ семинарій для учителей и нашла необходимымъ лишь усиленіе преподаванія и практическихъ занятій по физикѣ въ теченіе нормальнаго университетскаго курса. Другая же группа (6 лицъ) считала устройство такихъ семинарій для окончившихъ курсъ и для учителей желательнымъ.

6) По вопросу о желательности каникулярныхъ курсовъ преподаватели отвѣтили единодушно въ утвердительномъ смыслѣ. Только одни рекомендовали ихъ въ формѣ съѣздовъ съ періодомъ въ 3—4 года, а другіе въ формѣ болѣе постоянныхъ учрежденій при университетѣ. Программа предлагалась разнообразныя: педагогика, методика, исторія физики, постановка

опытовъ, ознакомленiе съ приборами, изученiе соотвѣтственныхъ ремеслъ, практическiя занятiя въ лабораторiяхъ, новинки опытныя и литературныя.

7) Наконецъ, по вопросу объ усовершенствованiи преподаванiя въ средней школѣ настолько, чтобы занятiя въ высшей школѣ были бы естественнымъ продолженiемъ, а не сплошнымъ повторенiемъ всего средняго кýрса съ небольшими вставками новаго содержанiя, преподаватели единодушно признали такое усовершенствованiе возможнымъ и достижимымъ.

Таковы итоги моего опроса. Какъ видно, единодушно приняты идеи о пользѣ введенiя въ гимназiяхъ практическихъ занятiй для учениковъ, о пользѣ каникулярныхъ курсовъ и съѣздовъ для преподавателей, о необходимости правильнаго контроля по физикѣ на переходныхъ и окончательныхъ испытанiяхъ и объ освобожденiи университета читать физику такъ, какъ если бы студенты слушали ее впервые. Зато на другiе три вопроса отвѣты получились несогласные, и предложенiя о введенiи преподаванiя по методѣ двухъ концентровъ, о сокращенiи теперешней программы физики и объ устройствѣ педагогическихъ курсовъ при университетѣ не встрѣтили пока должнаго сочувствiя.

Я позволю себѣ на этомъ закончить свой докладъ по вопросу о согласованiи преподаванiя физики въ средней и высшей школахъ, такъ какъ считаю его достаточно выясненнымъ.

Изъ всего сказаннаго здѣсь видно, что принятiе и проведенiе въ жизнь защищаемыхъ мною основныхъ положенiй не представляетъ даже особыхъ затрудненiй и требуетъ лишь доброй воли преподавателей средней и высшей школъ. Правильное согласованiе программъ по физикѣ, по моему убѣжденiю, приведетъ преподаванiе физики къ упрощенiю въ средней школѣ и къ расширенiю въ высшей. Такое гармоническое распредѣленiе учебнаго матерiала поставитъ физику въ нашей школѣ на ту высоту, которую она занимаетъ въ наукѣ и въ жизни, и облегчитъ ея изученiе.

Кiевъ, апрѣль, 1905.

Пасхальное засѣданіе Французскаго Физическаго Общества въ 1905 г.

Э. Ротэ[1]

Начиная съ 1900 г. пасхальныя засѣданія нашего Общества представляютъ каждый разъ какой-нибудь особый интересъ. Сначала конференціи обращали на себя вниманіе; затѣмъ посѣщенія промышленныхъ заведеній привлекало многихъ (въ нынѣшнемъ году посѣщалась фабрика фортепіанъ—Ateliers Pleyel, Wolff, Lyon et C-ie). На этотъ разъ „гвоздемъ" засѣданій была *педагогическая выставка* (Exposition au Musée pedagogique, 41, rue Gay-Lussac), на которую съѣхались преподаватели со всѣхъ концовъ Франціи.

Исторія возникновенія этой выставки слѣдующая. Уже давно упрекали нашу среднюю школу за недостаточную практичность. Въ частности по физикѣ преподаватели прилагали всѣ силы, чтобы придать своему преподаванію характеръ экспериментальный, сопровождая свои уроки опытами и проложеніями съ фонаремъ, но ученики, часто мало внимательные, не извлекали всей пользы изъ этихъ трудовъ преподавателей. Отсюда возникла мысль ввести даже въ среднюю школу практическія занятія, хотя и упрощенныя, но достаточныя для того, чтобы въ ученикѣ развить любовь къ опытнымъ наукамъ. Осуществленію этой мысли обыкновенно мѣшали финансовыя затрудненія. Въ классѣ бываетъ до 50 учениковъ; какъ же имѣть достаточное число приборовъ? Извѣстно какъ дороги физическіе инструменты, да-

[1]) Переводъ съ рукописи, изготовленной для *Физическаго Обозрѣнія*.

же классные, которые находятся во всѣхъ кабинетахъ и описываются во всѣхъ элементарныхъ учебникахъ. Приходилось упражнять учениковъ на чрезвычайно ограниченномъ инвентарѣ. Желая прійти на помощь школамъ, Физическое Общество и задумало устроить настоящую выставку дешевыхъ приборовъ, изготовленныхъ самими учителями.

Нѣсколько мѣсяцевъ тому назадъ Абрагамъ издалъ собраніе простыхъ опытовъ съ описаніемъ дешевыхъ приборовъ для большинства классныхъ опытовъ („Recueil d'expériences élémentaires de physique" publié avec la collaboration de nombreux physiciens par H. Abraham; русскій переводъ сдѣланъ Б. П. Вейнбергомъ „Сборникъ элементарныхъ опытовъ по физикѣ"). Большинство преподавателей, выставившихъ приборы, вдохновлялись чтеніемъ этой книги. По смыслу самого приглашенія Общества, нельзя было ожидать исключительно новыхъ приборовъ; но невольно приходилось поражаться изобрѣтательностью: каждый искалъ, какъ бы устроить приборъ на копѣйки, пользуясь кусками негоднаго дерева или коробками отъ консервовъ. При составленіи отчета педагогической выставки я не буду классифицировать ее по учрежденіямъ или отдѣламъ; всего интереснѣе общій результатъ, а не успѣхи того или другого преподавателя.

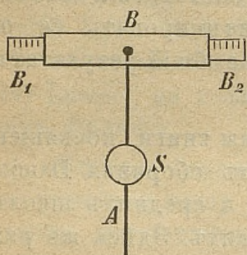
На нѣсколькихъ столахъ были разложены книги, посвященныя физикѣ и практическимъ занятіямъ. Тутъ сборники Damien et Paillot, Leduc и др., учебники для низшихъ и среднихъ школъ, между коими много англійскихъ и американскихъ. Здѣсь же разложены ученическія тетради, показывающія съ какою тщательностью ученики заносятъ результаты своихъ опытовъ, иногда совершенно дѣтскихъ. Ученикъ обыкновенно снабжается листомъ бумаги со всѣми указаніями, необходимыми въ теченіе даннаго опыта, и потому не нуждается въ безотлучномъ присутствіи руководителя; въ лабораторіяхъ Парижа и Гренобля каждому ученику даютъ автографированные листы (по 5 сантимовъ за листъ), которые онъ можетъ сохранять. Протоколы записываются въ тетради или на отрывныхъ листкахъ. Исправленіе тетрадей трудно; я позволю себѣ указать на практику въ Гренобльскомъ факультетѣ. Студентамъ раздаются листы въ четыре страницы, на каждой изъ которыхъ напечатаны слѣдующіе заголовки: 1) „Принципъ употребляемаго метода", 2) „Опытное

расположеніе", 3) „Непосредственныя данныя наблюденія", 4) „Вычисленія, результаты и заключенія". Такой способъ веденія дѣла, имѣетъ то преимущество, что пріучаетъ ученика къ порядку и заставляетъ его выполнять всѣ числовыя операціи, начиная съ данныхъ непосредственныхъ наблюденій.

Послѣ выставки экспоненты, число которыхъ доходило до полутораста, получили приглашеніе составить замѣтку по каждому выставленному прибору; такія замѣтки будутъ собраны и напечатаны отдѣльною книгою.

1. Механика. Тяжесть.

Модели вѣсовъ очень многочисленны (Faculté des Sc. de Caen, Lycée d'Angoulême и др.). Не говоря о такихъ, которыя сдѣланы изъ линейки съ пронизывающими булавками и изъ чашекъ, подвѣшенныхъ на ниткахъ, я остановлюсь только на модели Буффа (Damien, prof. à la Fac. de Lille) [1]); она состоитъ изъ деревяннаго коромысла B (фиг. 1) со стальнымъ ножомъ посрединѣ; плечи можно удлинять или укорачивать, выдвигая раздѣленные бруски B_1 и B_2; ножи, за которые подвѣшиваютъ чашки, можно перемѣщать по вертикальному направленію; грузъ S можно передвигать вдоль вертикальнаго стержня A. Съ помощью этой модели легко изучить вліяніе положенія ножей, центра тяжести и длины коромысла. Съ бóльшими или меньшими видоизмѣненіями эта модель встрѣчается въ многихъ экспонатахъ.



фиг. 1.

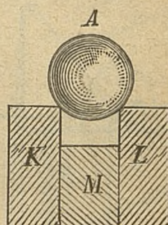
Деревянное коромысло обыкновенно раздѣлено на десять равныхъ частей, дозволяющихъ пользованіе рейторами; тогда разновѣсками служатъ проволочные крючки, имѣющіе форму рейторовъ точныхъ вѣсовъ.

Нѣсколько остроумныхъ приборовъ для демонстрированія *законовъ паденія тѣлъ*; машинъ Атвуда мало, зато много наклонныхъ плоскостей. Измѣряютъ пути, проходимые въ равные промежутки времени, при чемъ послѣднее отсчитывается метрономомъ.

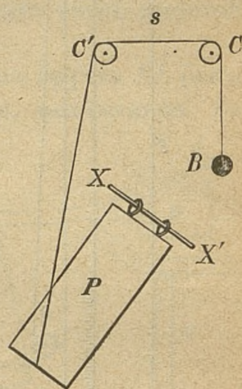
---

1) См. описаніе въ *Физ. Обозр.* т. 2 (1901) стр. 154.

Главное—имѣть наклонную плоскость достаточно гладкую. Употребляютъ или длинную стеклянную пластинку или круглый желобокъ (Collège Chaptal); повидимому всего лучше заставлять шарикъ A (фиг. 2) катиться по ребрамъ двухъ досокъ K и L, сколоченныхъ съ промежуточною M (Fac. de Poitiers). Послѣднее учрежденіе выставило очень остроумный приборъ для изученія *паденія свободныхъ тѣлъ*. Шарикъ B (фиг. 3), покрытый чернилами, подвѣшивается на нити s, перекинутой чрезъ два блока C и C' и привязанной другимъ концомъ къ легкой дощечкѣ P, которая можетъ качаться около горизонтальной оси XX' (желѣзная проволока, продѣтая чрезъ два кольца, ввинченныхъ въ дощечку); шарикъ достаточно тяжелъ для того, чтобы удерживать дощечку отклоненною отъ ея положенія равновѣсія; если нить s пережечь, шарикъ падаетъ и дощечка начинаетъ качаться, какъ маятникъ; при своемъ паденіи, шарикъ встрѣчаетъ качающуюся дощечку и отмѣчаетъ на ней точку своего удара. Продолжительность паденія можетъ быть точно опредѣлена изъ изученія колебательнаго движенія дощечки. Изъ такого опыта значеніе g опредѣляется числами, колеблющимися между 970 и 990 (Garbe, Doyen, et Turpain, Prof.-adj. Fac. des Sc. de Poitiers). Въ другихъ школахъ, заставляютъ тѣло падать свободно, а моменты начала и конца паденія замѣчаютъ на вращающемся цилиндрѣ при помощи электрическихъ контактовъ; въ этихъ случаяхъ надо дѣлать запись размыканіемъ тока, а не замыканіемъ; записывающее перо помѣщается на легкомъ рычажкѣ, замыкающемъ токъ; въ нужный моментъ рычажокъ приподнимается и размыкаетъ токъ (Pessemese, Lycée Châteauroux).



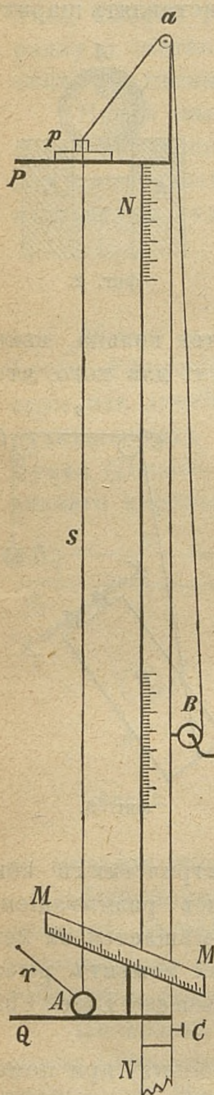
фиг. 2.



фиг. 3.

Движеніе брошеннаго тѣла изучается (въ Poitiers) при помощи игрушечнаго пистолета или пушки съ пружиною, изъ которыхъ выбрасывается покрытый чернилами шарикъ; послѣдній перемѣщается по рисовальной доскѣ, обклееной бумагою и поставленной наклонно, и чертитъ свою траекторію.

Законы маятника изучаются съ помощью многочисленныхъ приборовъ, различающихся лишь въ мелочахъ; вотъ одинъ изъ нихъ (Poitiers, Grenoble, Toulouse). На стѣнѣ укрѣпляютъ вертикальную шкалу NN (фиг. 4), напр. линейку отъ машины Атвуда; на верху шкалы имѣется горизонтальная дощечка P съ зажимомъ p, въ которомъ закрѣпляется нить маятника; далѣе нить перекидывается чрезъ блокъ a и навертывается на катушку B. Площадка Q, перемѣщающаяся вдоль линейки NN, закрѣпляется винтомъ C. Приведя эту площадку въ соприкосновенiе съ шаромъ A маятника, опредѣляютъ длину послѣдняго (собственно $l+R$, гдѣ l длина маятника и R радiусъ его шара). Къ площадкѣ Q прикрѣплена горизонтальная линеечка MM (въ 2 dm), при помощи которой можно измѣрять амплитуды качанiй маятника. Для приведенiя въ ходъ маятника, его нѣсколько отклоняютъ при помощи нити r, которую затѣмъ пережигаютъ, послѣ чего маятникъ начинаетъ качаться очень правильно.



фиг. 4.

Такимъ образомъ можно:

1) провѣрить изохронность малыхъ колебанiй;

2) найти, какъ продолжительность качанiй измѣняется съ длиною маятника (которую легко измѣнять, вращая катушку B);

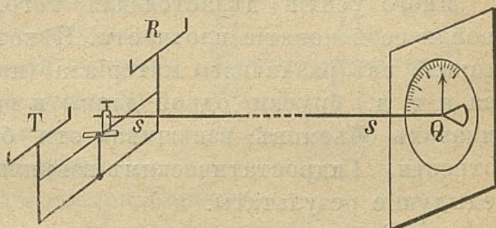
3) зная продолжительность качанiй маятника и его длину, можно очень точно опредѣлить значенiе g.

Изъ другихъ механическихъ приборовъ упомянемъ еще тѣ, которые предназначены для изученiя *растяженiя, крученiя и сгибанiя.*

Для растяженiя употребляютъ приборъ, описываемый во всѣхъ учебникахъ; чашка замѣняется простымъ ведромъ, въ которое кладутъ свинцовыя пластинки (Poitiers).

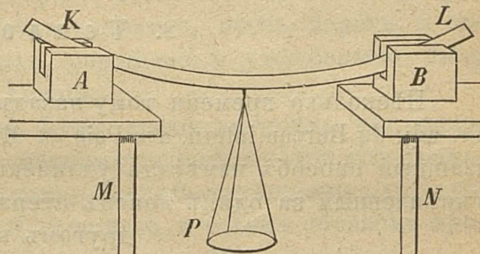
Крученiе очень удобно изучается извѣстнымъ статическимъ

способомъ съ помощью маленькихъ вѣсовъ Роберваля RT (фиг. 5). Къ вѣсамъ прикрѣпляютъ обыкновенную клемму, въ которую зажимаютъ одинъ конецъ испытуемой проволоки ss въ одинъ или полтора метра длины; другой конецъ проволоки прикрѣпленъ къ дверной ручкѣ Q, снабженной указателемъ. Повертывая эту ручку и слѣдовательно закручивая проволоку на извѣстный уголъ, мы нарушимъ равновѣсіе вѣсовъ, которое можно возстановить, кладя на одну изъ чашекъ надлежащій грузъ. Такимъ образомъ для разныхъ угловъ закручиванія находятъ соотвѣтствующіе грузы. Опытъ очень простой и чрезвычайно поучительный.



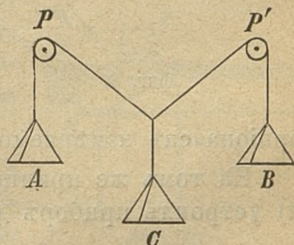
фиг. 5.

Для сгибанія достаточно концы деревяннаго бруска KL (фиг. 6) опереть на подставки A и B съ выемками, положенныя на два стола M и N; къ серединѣ бруска привѣшивается чашка P отъ простыхъ торговыхъ вѣсовъ. При помощи метра измѣряютъ хорду и стрѣлку прогиба для разныхъ нагрузокъ.



фиг. 6.

Упомянемъ, наконецъ, приборъ для демонстраціи *сложенія сходящихся силъ*. Къ концамъ нити, перекинутой чрезъ два блока P и P' (фиг. 7), привязаны чашки A и B; къ серединѣ нити привязывается третья чашка C; кладя на эти чашки разные грузы, можно осуществить различные случаи сложенія сходящихся силъ (Guinchant, Prof.-adj, Fac. de Caen). Выставленъ подобный же приборъ для *сложенія параллельныхъ силъ* (Colardeau).



фиг. 7.

Плотность. Многіе преподаватели выставили сосуды для

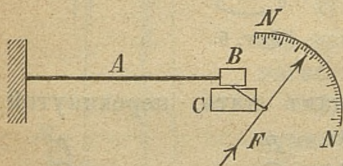
опыта Будрео, доказывающаго законъ Архимеда безъ помощи двойного цилиндра; сосуды эти такъ устроены, что можно собирать воду, вытѣсняемую погружаемымъ въ нее тѣломъ.

Много усилій дѣлается для того, чтобы дѣтскія головы усвоили себѣ понятіе плотности. Нѣкоторые преподаватели приготовили изъ различнаго матеріала (цинка, алюминія, мѣди, желѣза и т. д.) бруски одной длины и поперечнаго сѣченія, т. е. одинакихъ объемовъ; взвѣшивая эти бруски, находятъ разныя плотности. Гидростатическимъ взвѣшиваніемъ можно провѣрить предыдущіе результаты.

Гидростатика и пневматика. Въ отчетѣ объ одной изъ прежнихъ выставокъ [1]) я упоминалъ о приборѣ Леблана для провѣрки закона Маріотта; многіе приборы, выставленные преподавателями лицеевъ, представляютъ лишь видоизмѣненіе предыдущаго. Замѣтимъ, что многіе учителя пользуются велосипеднымъ насосомъ для образованія пустоты въ трубкахъ и подъ колоколомъ.

2. Теплота.

Нѣсколько времени тому назадъ Гильомъ (Ch. Ed. Guillaume dir.-adj. du Bureau intern. des Pois et Mesures à Sèvres) указалъ на изящный способъ измѣрять удлиненія металлическихъ стержней. Укрѣпленный за одинъ конецъ стержень A (фиг. 8) имѣетъ на другомъ концѣ грузъ B, слегка надавливающій на находящуюся подъ нимъ пластинку C; между грузомъ и пластинкою положена тонкая иголка, на конецъ которой надѣтъ указатель (соломинка) F, перемѣщающійся передъ раздѣленной дугою NN; уголъ, на который повертывается указатель, пропорціоналенъ измѣряемому удлиненію.



фиг. 8.

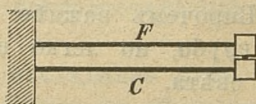
На томъ же принципѣ Оберъ (Aubert, prof. au Lycée Condorcet) устроилъ приборъ для измѣренія *разницы удлиненій.* Иголка

---

[1]) См. *Физ. Обозр.* т. 3 (1902) стр. 327.

кладется между двумя металлическими пластинками, прикрѣпленными къ концамъ стержней *F* и *C* (фиг. 9) изъ желѣза и мѣди; уголъ поворота иголки пропорціоналенъ разницѣ удлиненій.

На урокахъ физики и химіи давно уже употребляютъ термоскопы для обнаруживанія измѣненій температуры; въ выставленныхъ экземплярахъ я не нашелъ ничего новаго. Многіе старались устроить дешевый калориметръ по образцу калориметра Бертело.



фиг. 9.

Теплопроводность легко показать; къ нижней сторонѣ длиннаго металлическаго стержня прикрѣпляютъ мягкимъ воскомъ рядъ шариковъ (Lycée Charlemagne); при нагрѣваніи стержня съ одного конца, шарики постепенно отпадаютъ.

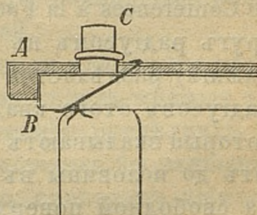
3. Оптика.

Между оптическими приборами всего больше новаго и оригинальнаго. Эти приборы, какъ извѣстно, очень дороги, и потому естественно, что на ихъ упрощеніе и удешевленіе было направлено особенно много усилій.

Фотометръ. Фотометръ Фуко легко устроить изъ линеекъ, расположенныхъ передъ матовымъ стекломъ отъ фотографической камеры; на одной изъ этихъ линеекъ помѣщаютъ одну свѣчу, а на другой пучки въ 4, 9, ... свѣчей, и такимъ образомъ провѣряютъ законъ разстояній.

Необычайное множество *фотометровъ*; всѣ они состоятъ изъ деревянной скамейки, вдоль которой перемѣщаются стекла, зеркала или экраны. Источникомъ свѣта преимущественно служитъ промаслянная бумага или матовое стекло, освѣщенные сзади. Приборы эти различаются формою скамейки.

Одна скамейка составлена изъ двухъ линеекъ *A* и *B* (фиг. 10), прижимаемыхъ къ горлышкамъ бутылокъ *C* каучуковыми кольцами. (Turpain, Prof.-adj. à la Fac. des Sc. de Poitiers). Другая деревянная скамейка съ установочными вин-

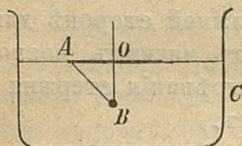


фиг. 10.

тами и скользящею тележкою сдѣлана очень тщательно и можетъ конкурировать съ приборами лучшихъ механиковъ (Adam, Prof.-au Lycée Voltaire; Dufour, Prof. au Lycée Louis-le-Grand).

Впрочемъ важнѣе отмѣтить простые опыты, позволяющіе хотя грубо, но легко провѣрить законы отраженія и преломленія свѣта.

Очень простое примѣненіе полнаго отраженія позволяетъ найти показатель преломленія какой-нибудь жидкости. На поверхность жидкости, налитой въ кристаллизаціонную чашку C (фиг. 11), кладутъ плоскій деревянный дискъ, чрезъ центръ O котораго проходитъ булавка съ блестящею головкою; эту булавку поднимаютъ до тѣхъ поръ, пока ея головка B не перестанетъ быть видима чрезъ свободную поверхность жидкости при визированіи по краю плавающаго диска. Въ этотъ моментъ лучъ BA испытываетъ полное отраженіе, и потому, называя чрезъ I предѣльный уголъ, можемъ написать



фиг. 11.

$$AO^2 = (AO^2 + OB^2)\sin^2 I = \frac{AO^2 + OB^2}{\nu^2},$$

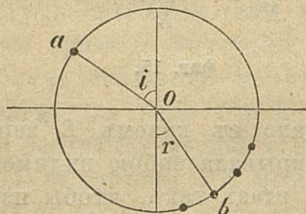
откуда искомый показатель преломленія

$$\nu = \frac{\sqrt{AO^2 + OB^2}}{AO}.$$

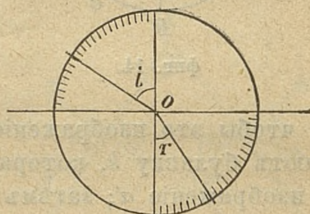
Впрочемъ законы преломленія можно изучать при помощи упрощеннаго прибора Зильбермана (Turpain, Poitiers; Rothé, Maitre de Conférences à la Fac. des Sc. de Grenoble). На дощечкѣ начерченъ кругъ радіусомъ въ 6 cm.; одинъ изъ квадрантовъ (напр. правый нижній) раздѣляется на нѣсколько равныхъ частей. Одинъ изъ радіусовъ этого квадранта отмѣчается булавками O и b (фиг. 12), которыя вкалываютъ въ концы радіуса. Затѣмъ дощечку погружаютъ до половины въ воду такъ, чтобы центръ круга помѣщался на свободной поверхности жидкости. Визируя въ плоскости круга, съ того квадранта, который противоположенъ раздѣленному (т. е. съ лѣваго верхняго), помѣщаютъ глазъ такъ, чтобы изображенія обѣихъ булавокъ совпадали (центральная булавка покры-

вала собою периферическую) и наконецъ вкалываютъ третью булавку *a* въ периферію лѣваго верхняго квадранта такъ, чтобы она закрывала изображенія первыхъ двухъ булавокъ. Это даетъ возможность измѣрить уголъ паденія *i* и соотвѣтствующій уголъ преломленія *r*.

Ученикъ построитъ кривую $i = \nu r$, откладывая углы *r* на оси абсциссъ и углы *i* на ординатахъ; такимъ же образомъ онъ построитъ кривую $\sin i = \nu \sin r$; онъ увидитъ съ какого угла слѣдуетъ отказаться отъ первой формулы.



фиг. 12.



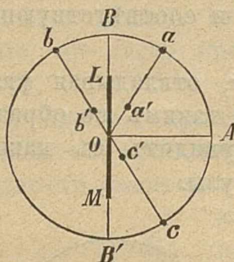
фиг. 13.

Описанному прибору можно дать еще другую форму (Chassagny, Prof. au Collège de Brive): въ воду погружаютъ кругъ, два противоположныхъ квадранта котораго раздѣлены на равныя части; центръ круга опускаютъ до свободной поверхности жидкости (фиг. 13). Затѣмъ отыскиваютъ дѣленіе 2-го квадранта, которое видно на продолженіи того или другого дѣленія 1-го квадранта. Такимъ же образомъ можно изучать и явленіе полнаго отраженія.

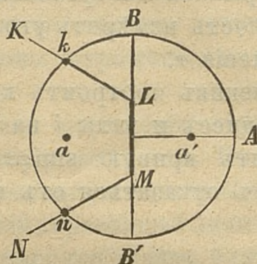
1) Для изученія законовъ отраженія на бумагѣ, приклеенной къ рисовальной доскѣ, проводятъ кругъ въ 10 cm. радіуса и одинъ изъ квадрантовъ, напр. *AOB* (фиг. 14) раздѣляютъ равноотстоящими радіусами на 8 равныхъ частей.

По діаметру *BB'* ставятъ черное зеркало; на одномъ изъ радіусовъ втыкаютъ двѣ булавки *a* и *a'*, которыя дадутъ мнимыя изображенія въ *b* и *b'*; для опредѣленія положенія послѣднихъ въ углѣ *AOB'* втыкаютъ двѣ булавки *c* и *c'*, которыя бы закрывали собою изображенія *b* и *b'*; такимъ образомъ проводятъ діаметръ *cb'* и мы находимъ, что уголъ *cOB'* равняется углу *aOB*; съ другой стороны убѣждаемся, что *bb'* симметрично съ *aa'* по отношенію къ діаметру *BB'*.

2) *Поле зеркала.* Передъ зеркаломъ LM (фиг. 15) втыкаютъ булавку a, мнимое изображеніе которой въ a'. Ставятъ глазъ



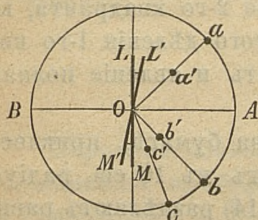
фиг. 14.



фиг. 15.

такъ, чтобы это изображеніе совпадало съ краемъ L зеркала; втыкаютъ булавку k, которая бы закрывала собою видимое отсюда изображеніе a'; затѣмъ ставятъ глазъ такъ, чтобы изображеніе булавки совпадало съ краемъ M зеркала и втыкаютъ булавку n, закрывающую видимое отсюда изображеніе a'. Оказывается, что изображеніе булавки a' видно только въ томъ случаѣ, когда глазъ помѣщается въ углѣ $Ka'N$; этотъ уголъ и называется полемъ зеркала въ данномъ случаѣ.

3) *Вращеніе зеркала.* Передъ зеркаломъ LM (фиг. 16) воткнемъ двѣ булавки на радіусѣ aa'; ихъ изображенія получаются на продолженіи радіуса bb'; если зеркало повернуть въ положеніе $L'M'$, то изображенія булавокъ a и a' получится на продолженіи радіуса cc'. Уголъ bOc вдвое больше угла MOM'.



фиг. 16.

Подобнымъ же образомъ изучаются законы призмы.

Пусть чрезъ призму BAC (фиг. 17) проходитъ лучъ s, составляя съ нормалями паденія n и n' углы i и i' внѣ призмы и углы r и r' внутри призмы; преломляющій уголъ призмы обозначимъ чрезъ P; тогда

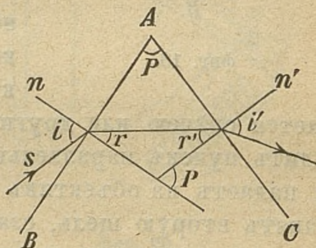
(1) $$r + r' = P.$$

Для того, чтобы лучъ вышелъ изъ призмы, уголъ i долженъ

быть не меньше извѣстнаго предѣла; пусть лучъ s скользитъ по сторонѣ AB, т. е. $i=90^0$; тогда r имѣетъ наибольшее предѣльное значеніе, которое обозначимъ R, и r' — въ виду (1) — наименьшее значеніе, и пред. формула обращается въ

$$R+r'=P. \tag{1'}$$

Если $r'=R$, то лучъ выходитъ изъ призмы, скользя по сторонѣ AC; въ общемъ же случаѣ $r'<R$ и $P-R<R$ или $P<2R$. Въ этомъ случаѣ всѣ лучи не могутъ выходить изъ второй стороны призмы; послѣдній выходящій лучъ скользитъ по сторонѣ AC, слѣд. для него $r'=R$ и $r=P-R$; соотвѣтствующій уголъ паденія (I) на сторону AB можно вычислить по формулѣ $\sin=\nu\sin r$, которая въ данномъ случаѣ принимаетъ форму:



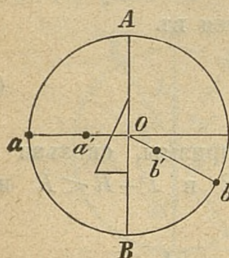
фиг. 17.

$$\sin I=\nu\sin(P-R).$$

Если $i<I$, то лучъ не выходитъ изъ призмы, ибо $P-R$ уменьшается и r' увеличивается, чтобы сдѣлаться больше R. Положимъ, что $P=R$; тогда лучъ можетъ выходить, ибо $r+r'=R$. Если $r=0$, то $r'=R$ и лучъ выходитъ, скользя по сторонѣ AC; тогда и $i=0$. Если $r>0$, то $r'<R$ и лучъ à fortiori выходитъ.

Я привелъ эту элементарную теорію, чтобы показать, какъ интересенъ слѣдующій опытъ. Возьмемъ три призмы съ различными преломляющими углами: одну съ очень малымъ угломъ, другую съ угломъ въ 45^0 и третью съ угломъ въ 60^0. На бумагѣ опять чертятъ кругъ съ центромъ O (фиг. 18) и ставятъ призму такъ, чтобы сторона, чрезъ которую лучъ выходитъ, совпадала съ діаметромъ AB. По прежнему отмѣчаютъ падающій лучъ двумя булавками a и a', изображенія которыхъ отыскиваютъ, разсматривая ихъ чрезъ призму: если при этомъ изображеніе одной булавки покрываетъ изображеніе другой, то линія визированія опредѣляетъ выходящій лучъ; по этой линіи втыкаютъ двѣ булавки b и b' и карандашомъ проводятъ преломленный лучъ. Такимъ образомъ получается весь ходъ луча и можно будетъ измѣрить отклоненіе

луча; доказывается, что оно проходитъ чрезъ minimum. Изучаютъ условія выхода луча.



фиг. 18.

Нѣсколько пополняя нашъ приборъ, легко устроить настоящій гоніометръ; достаточно на рисовальной доскѣ провести кругъ и раздѣлить его на равныя части (это будетъ лимбомъ нашего гоніометра), устроить круглую деревянную дощечку и въ центръ ея насадить остріе; на остріе надѣты еще двѣ линейки (алидады); одна изъ нихъ служитъ коллиматоромъ и имѣетъ щель въ фокусѣ собирающаго стекла, которое освѣщается свѣчею или другимъ источникомъ; изъ этого стекла выходитъ пучекъ параллельныхъ лучей, который проходитъ призму падаетъ на объективъ второй алидады; въ фокусѣ послѣдней ставятъ вторую щель, сзади которой помѣщаютъ глазъ; эта вторая щель замѣняетъ микрометрическую нить трубы точныхъ гоніометровъ.

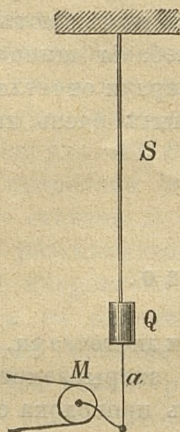
Подъ самыми разнообразными формами этотъ гоніометръ встрѣчается въ лицеяхъ Ангулема, Парижа, Гренобля, Марселя и др., а также въ различныхъ американскихъ факультетахъ, гдѣ особенно любятъ упражнять учениковъ съ простыми приборами.

4. Акустика.

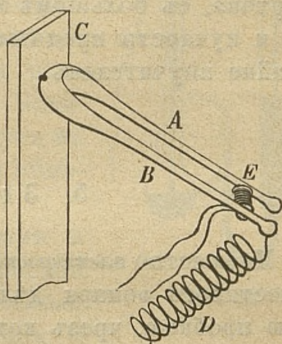
Если тѣло можетъ колебаться съ разными періодами, то амплитуды его становятся большими, если на тѣло дѣйствовать съ силою, періодъ коей очень близокъ къ одному изъ его собственныхъ періодовъ. Для демонстрированія этого былъ выставленъ слѣдующій простой приборъ (Pellat, Prof. Fac. des Sc. de Paris).

Каучуковая трубочка S (фиг. 19) укрѣпляется верхнимъ концомъ къ потолку; къ нижнему концу привязывается небольшой грузъ Q такъ, чтобы трубка сохраняла всю свою упругость. Такая трубочка можетъ совершать колебанія трехъ родовъ очень различныхъ періодовъ: во-первыхъ маятникообразныя колебанія значительнаго періода (T_1); во-вторыхъ меньшаго періода (T_2) продольныя колебанія, которыя получаются, когда грузъ, нѣ-

сколько опущенный рукой внизъ и затѣмъ предоставленный самому себѣ, качается вертикально вверхъ и внизъ; наконецъ наи-



фиг. 19.



фиг. 20.

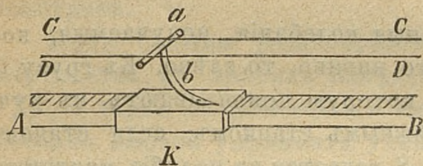
меньшаго періода (T_3) поперечныя колебанія, получаемыя, когда грузъ отклоняется рукою то вправо, то влѣво. Къ грузу Q прикрѣпляютъ упругую нить a, которую привязываютъ къ ручкѣ M, вращаемой напр. центробѣжнымъ станкомъ; если станокъ вертѣть медленно, то трубочка S качается на подобіе маятника; когда періодъ приближается къ T_1, амплитуды маятника становятся столь большими, что нить a можетъ разорваться; если ускорить вращеніе, то маятникообразныя колебанія трубочки мало по малу прекращаются, но возникаютъ продольныя колебанія, особенно большихъ амплитудъ, когда вращеніе достигаетъ періода T_2; наконецъ при очень быстрыхъ вращеніяхъ по трубочкѣ распространяются поперечныя колебанія съ періодомъ T_3, которыя образуютъ стоячую волну.

Такъ какъ теперь колебательное движеніе встрѣчается во всѣхъ программахъ среднихъ школъ, то понятно, что выставлено много приборовъ для демонстрированія интерференціи. Самый удобный изъ нихъ трубка Кёнига, представленная во всевозможныхъ видахъ. Ученики упражняются въ образованіи пучностей и узловъ при помощи каучуковыхъ трубокъ, пеньковыхъ веревокъ и т. д.

Каминные щипцы AB (фиг. 20) укрѣпляются въ подставкѣ C; къ одной изъ ихъ вѣтвей прикрѣпляютъ одинъ конецъ длинной (3 m.) спирали желѣзной проволоки D, другой конецъ которой укрѣпляютъ къ стѣнѣ. Между вѣтвями щипцовъ помѣщаютъ электромагнитъ E, который поддерживаетъ колебанія щипцовъ, какъ камертона, съ большимъ періодомъ. На спирали отчетливо видны узлы и пучности продольныхъ волнъ. Опытъ очень интересенъ и крайне поучителенъ.

5. Электричество.

Множество *электроскоповъ* съ золотыми листочками. Въ крышкѣ жестяного фонаря дѣлаютъ отверстіе, закрываемое парафиновою пробкою, чрезъ которую проходитъ проволока съ листочками на нижнемъ концѣ.



фиг. 21.

Также много *лекціонныхъ гальванометровъ*; система Депре д'Арсонваля преобладаетъ. Сильная магнитная подкова укрѣплена въ стѣнѣ; между вѣтвями подковы подвѣшена большая проволочная рамка, видимая издали или снабженная зеркаломъ; приборъ можетъ служить даже для точныхъ измѣреній.

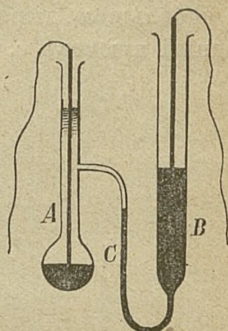
Многія школы выставили схематическіе ящики съ уитстоновымъ мостикомъ; катушки помѣщены на доскѣ и видны; соединенія дѣлаются при помощи широкихъ металлическихъ пластинъ.

Мостикъ съ проволокою или компенсаторъ еще легче устроить; онъ представленъ въ многочисленныхъ моделяхъ. Константановая проволока натянута между борнами вдоль раздѣленной линейки; модели различаются только устройствомъ подвижного контакта.

Роте выставилъ компенсаторъ стоимостью въ 5 фр. Вдоль линейки AB (фиг. 21) натянуты между двумя борнами двѣ про-

волоки, одна константановая *CC* (4 ohms), другая мѣдная *DD*; подвижной контактъ образуется металлическою проволочкою *a*, подверживаемою упругою пластинкою *b*, которая укрѣплена на подвижной подставкѣ *K*.

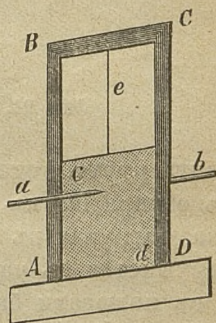
Ротэ выставилъ еще капиллярный электрометръ очень простой и дешевый (3 фр.)



фиг. 22.

Стеклодувъ изготовляетъ показанный на фиг. 22 сосудъ *ACB*; изолированныя платиновыя проволоки опускаютъ (а не впаиваютъ) въ стаканы *A* и *B*; уровень ртути въ трубкѣ *C* разсматриваютъ при помощи обыкновеннаго микроскопа.

Рядомъ съ плоскими конденсаторами и лейденскими банками выставленъ простой приборъ для демонстрированія *колебательнаго разряда* конденсатора. Между остріями *a* и *b* (фиг. 23) быстро пропускаютъ кусокъ картона *cd* и въ это время производятъ электрическій разрядъ; въ картонѣ образуется рядъ дырочекъ. Можно этотъ картонъ, привязанный къ упругой нити *e*, опустить въ рамкѣ *ABCD* и затѣмъ предоставить самому себѣ такъ, чтобы во время разряда онъ быстро поднимался (Sorbonne, Besançon, Grenoble).



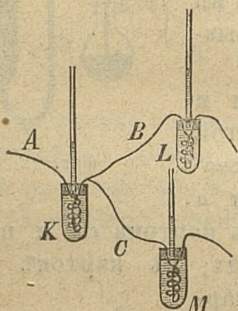
фиг. 23.

Для провѣрки *закона Ома* былъ выставленъ очень оригинальный приборъ (M-lle Mourgues, Prof. au Lycée de Jeunes Filles Fénelon, Paris): какъ въ главной цѣпи *A* (фиг. 24), такъ и въ параллельныхъ вѣтвяхъ *B* и *C* включены сопротивленія въ видѣ спиральныхъ проволокъ, которыя опускаются въ пробирки *K*, *L* и *M*, чрезъ пробки которыхъ проходятъ открытыя съ обоихъ концовъ трубочки; нижнія концы этихъ трубочекъ погружаются въ жидкости, наполняющія пробирки. Когда проходитъ токъ, жидкость нагрѣвается и поднимается въ трубочкахъ; отсюда можно опредѣлить величины токовъ въ различныхъ частяхъ цѣпи.

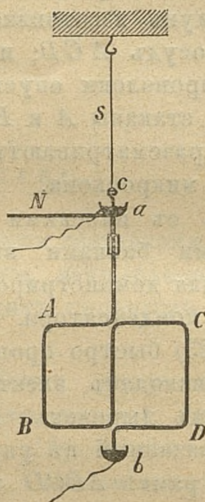
Всѣмъ извѣстно, какъ трудно удаются опыты съ *электродинамическими взаимодѣйствіями*; поэтому съ давнихъ поръ стара-

ются усовершенствовать „станокъ Ампера“. Повидимому наиболѣе простой приборъ устроенъ Пелла.

Къ подставкѣ N прикрѣплена желѣзная чашечка a (фиг. 25) съ небольшою дырочкою на днѣ; чрезъ эту дырочку проходитъ мѣдный крючекъ c, подвѣшенный на шелковинкѣ s; въ чашечку



фиг. 24.



фиг. 25.

налита ртуть, которая—вслѣдствіе капиллярности—не вытекаетъ изъ отверстія; къ крючку c прикрѣпляется алюминіевая проволока, согнутая въ рамку $ABCD$; нижній конецъ этой проволоки погружается въ чашечку b со ртутью. Чашечки a и b соединяются съ полюсами батареи; одного элемента достаточно для того, чтобы рамка повернулась.

(Окончаніе слѣдуетъ).
